



**Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## **MASTER EN CONSTRUCCIONES AVANZADAS EN LA EDIFICACIÓN**

Trabajo de fin de máster

### **ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DE OFICINAS, REPÚBLICA DOMINICANA. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

**Proyectista:** Doris Yanilka Eugenio Soriano

**Director/es:** Inmaculada Cantalapiedra

**Convocatoria:** Septiembre 2018



## RESUMEN

Este estudio energético desarrollado en las instalaciones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) permite conocer la situación actual en la que se encuentra este edificio y sus instalaciones para de esta manera poder identificar los puntos débiles a mejorar para obtener una reducción en el gasto energético y mejorar eficientemente el edificio. En primer lugar, se describe la ubicación y entorno del edificio estudio, así como una breve documentación histórica tanto del sector donde está ubicado como del propio edificio. También se realiza una descripción de la situación geográfica en la que se encuentra para poder valorar las propuestas de mejora.

En la edificación se realizó un levantamiento arquitectónico para la realización de la planimetría del edificio, de igual manera fueron realizados los inventarios de todos los equipos con carga eléctrica instalados, así como su horario de funcionamiento y días de uso. Luego del levantamiento de toda la información y características del edificio fue creado un modelo de simulación en el programa Design Builder que nos permitiera obtener la demanda energética de este edificio. Como resultado de este análisis con la herramienta informática vimos que la edificación actualmente genera más gastos energéticos de lo que demanda el edificio. Entonces, con los datos de las facturas eléctricas del año en curso, fue generado un análisis de los consumos que posee desglosado en los principales grupos consumidores: la climatización, como principal grupo consumidor de energía, la iluminación y los equipos eléctricos.

Luego de conocer estos datos se crean las medidas de ahorro energético que permitan disminuir el costo eléctrico, estas medidas fueron analizadas, para obtener el ahorro energético de cada una, determinar su inversión y el periodo de amortización de la inversión.

Las propuestas de mejora fueron las siguientes:

- Instalación de un sistema de generación de energía fotovoltaico.
- Cambio de luminarias a alta eficiencia.
- Colocación de detectores de presencia en las zonas comunes.
- Colocación en dos fachadas de protectores solares.
- Creación de un plan de uso racional y eficiente de energía

Estas propuestas de mejora fueron consideradas factible ya que el período de amortización de la inversión no supera los 5 años. La implementación de estas medidas de mejora realiza una reducción del 27% del consumo energético que presenta la edificación, lo que permite el cumplimiento de una de las propuestas del Plan Energético Nacional 2010-2025 que se lleva a cabo en la República Dominicana.

Con la aplicación de estas medidas de mejora quedaría el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos incluido en la proyección del Plan Energético Nacional 2010-25 promoviendo así para el país la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia energética y reduciendo considerablemente las emisiones contaminantes al medio ambiente.



## ABSTRACT

This energy study developed in the facilities of the National Institute of Hydraulic Resources (INDRHI) allows to know the current situation in which this building and its facilities are located in order to identify the weak points to improve to obtain a reduction in energy expenditure and efficiently improve the building. First, the location and surroundings of the studio building are described, as well as a brief historical documentation of both the sector where it is located and the building itself. A description is also made of the geographical situation in which it is located in order to assess the proposals for improvement.

In the building an architectural survey was carried out for the realization of the building's planimetry, in the same way the inventories of all the equipment with electric charge installed were carried out, as well as its operating hours and days of use. After the construction of all the information and characteristics of the building, a simulation model was created in the Design Builder program that allowed us to obtain the energy demand of this building. As a result of this analysis with the computer tool we saw that the building currently generates more energy costs than the building demands. Then, with the data of the electricity bills of the current year, an analysis was generated of the consumptions that it has broken down into the main consumer groups: air conditioning, as the main energy consumer group, lighting and electrical equipment.

After knowing these data, energy saving measures are created to reduce the electricity cost, these measures were analyzed, to obtain the energy savings of each one, determine their investment and the period of amortization of the investment.

The improvement proposals were the following:

- Installation of a photovoltaic energy generation system.
- Change of luminaires at high efficiency.
- Placement of presence detectors in common areas.
- Placement on two facades of sunscreens.
- Creation of a rational and efficient energy use plan

These improvement proposals were considered feasible since the investment repayment period does not exceed 5 years. The implementation of these improvement measures makes a 27% reduction in the energy consumption of the building, which allows compliance with one of the proposals of the National Energy Plan 2010-2025 that takes place in the Dominican Republic.

With the application of these improvement measures, the National Institute of Hydraulic Resources would be included in the projection of the National Energy Plan 2010-25, thus promoting the application of energy saving and efficiency measures for the country and considerably reducing polluting emissions to the environment.



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1.    Objetivos del proyecto .....	17
1.2.    Justificación del proyecto .....	17
1.3.    Marco Normativo .....	21
1.3.1 Normativa existente de eficiencia energética en Rep. Dom.....	21
1.4    Historia Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).....	22
1.4.1 Antecedentes. ....	22
1.4.2 Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) .....	23
1.5    Ubicación y entorno .....	24
1.5.1 Ciudad de Santo Domingo. Distrito Nacional.....	24
1.5.2 Situación geográfica.....	25
1.5.2.1 Situación climática de Santo Domingo .....	26
1.5.3 Centro de los Héroes Santo Domingo .....	27
<b>2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN .....</b>	<b>33</b>
2.1 Antecedentes históricos de la edificación .....	33
2.2 Memoria constructiva de la edificación. ....	34
2.3 Estado actual de la edificación .....	35
2.3.1 Entorno. ....	35
2.3.2 Envolvente. ....	35
2.3.3 Acabados interiores. ....	36
2.3.3.3 Techos.....	36
2.3.4 Instalaciones. ....	37

<b>3.0 PLANIMETRÍA DE LA EDIFICACIÓN .....</b>	<b>43</b>
3.1 Plano arquitectónico primer nivel .....	45
3.2 Plano de áreas primer nivel .....	47
3.3 Plano arquitectónico segundo nivel .....	49
3.4 Plano de áreas segundo nivel.....	51
3.5 Plano arquitectónico tercer nivel .....	53
3.6 Plano de áreas tercer nivel .....	55
3.7 Plano arquitectónico cuarto nivel .....	57
3.8 Plano de áreas cuarto nivel .....	59
<b>4.0 INSTALACIONES Y SUMINISTROS DE LA EDIFICACIÓN .....</b>	<b>63</b>
4.1 Horario de trabajo.....	63
4.2 Sistema de climatización .....	63
4.2.1 Aire acondicionado Split:.....	63
4.2.2 Aire acondicionado central: .....	64
4.3 Sistema eléctrico. ....	65
4.4 Inventario de equipos con carga eléctrica.....	66
4.4.1 Equipos de Climatización .....	66
4.4.2 Equipos Varios.....	67
4.4.3 Iluminación.....	68
<b>5.0 SITUACIÓN ENERGETICA ACTUAL. DIAGNOSTICO.....</b>	<b>71</b>
5.1 Empresa energética.....	71
5.2 Datos dinámicos. Consumos Actuales.....	72
5.3. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EDIFICACIÓN.....	75
5.3.1 Design Builder .....	75
<b>7.- PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>80</b>
7.1 Introducción.....	80
7.2 Sistema de energía fotovoltaica para autoconsumo.....	81



7.2.1 Descripción.....	82
7.2.2 Cálculo de producción fotovoltaica. ....	83
7.2.3 Análisis económico de la instalación fotovoltaica.....	86
7.3 Cambio de luminarias a alta eficiencia.....	87
7.4 Colocación de detectores de presencia en las zonas comunes. ....	88
7.4.1 Análisis económico de la propuesta. ....	88
7.5 Colocación en dos fachadas de protectores solares.....	89
7.5.1 Análisis económico de la propuesta. ....	89
7.6 Plan de uso racional y eficiente de energía eléctrica. ....	90
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>94</b>
<b>12. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>96</b>
<b>13. ANEXOS.....</b>	<b>98</b>
<b>14. CONTENIDO DEL CD .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa ubicación actual INDRHI .....	24
Figura 2. Temperatura promedio anual de Santo Domingo .....	26
Figura 3. Horas de Sol durante el año en Santo Domingo .....	26
Figura 4.. Mapa ubicación y perímetro Sector Centro de los Héroes, Santo Domingo .....	27
Figura 5.Planta de conjunto. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos .....	34
Figura 6. Renderizaciones del edificio INDRHI.....	43
Figura 7.Funcionamiento de equipos Aire Central.....	64
Figura 8. Relación de equipos de climatización del INDRHI.....	66
Figura 9. Relación de equipos con carga eléctrica del INDRHI .....	68
Figura 10. Relación de Luces instaladas.....	68
Figura 11. Mapa cobertura de EDESUR Dominicana Recuperado de: <a href="http://redeselectricasrd.cdeee.gob.do/sobre-nosotros/responsables/edesur/">http://redeselectricasrd.cdeee.gob.do/sobre-nosotros/responsables/edesur/</a> .....	71
Figura 12. Gráfico consumos eléctricos .....	72
Figura 13. Esquema funcionamiento Design Builder .....	75
Figura 14.Modelo Arquitectónico del Edificio INDRHI en Design Builder.....	76
Figura 15. Datos de simulación Edificio INDRHI. Design Builder .....	77
Figura 16. Incidencia solar en el edificio.....	78
Figura 17. Funcionamiento sistema fotovoltaico.....	82
Figura 18. Plano de ubicación placas fotovoltaicas .....	84
Figura 19. Detectores de presencia. ....	88
Figura 20. Lamas regulables.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de dimensiones primer nivel.....	47
Tabla 2. Resumen de dimensiones segundo nivel .....	51
Tabla 3. Resumen dimensiones tercer nivel.....	55
Tabla 4. Resumen dimensiones cuarto nivel.....	59
Tabla 5. Inventario equipos de climatización.....	66
Tabla 6. Inventario de electrodomésticos.....	67
Tabla 7. Inventario de equipos de oficina. ....	67
Tabla 8. Inventario otros equipos eléctricos .....	67
Tabla 9. Inventario de luminarias .....	68
Tabla 10. Datos de energía contratada .....	72
Tabla 11. Resumen de gastos eléctricos años 2017 y 2018.....	73
Tabla 12. Tabla radiación solar anual. ....	83
Tabla 13. Cálculo generación fotovoltaica.....	85
Tabla 14. Ahorro energético de los paneles fotovoltaicos .....	86
Tabla 15. Análisis económico.....	86
Tabla 16. Ahorro cambio de luminarias.....	87
Tabla 17. Estimación de costos de la propuesta. ....	89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vista aérea Centro de los Héroes .....	28
Ilustración 2. Universidad Dominicana O&M. Sede .....	29
Ilustración 3. Estación Centro de los Héroes. Metro de Santo Domingo. Línea 1.....	29
Ilustración 4. Imagen de las edificaciones de la Feria de la Paz y la Confraternidad del Mundo Libre. Año 1956.....	33
Ilustración 5.Fotografía Actual del INDRHI.....	33
Ilustración 6.Fotografía Fachada. Estructura Metálica.....	35
Ilustración 7.Pisos de cerámica del INDRHI.....	36
Ilustración 8.Falso techo INDRHI. ....	37
Ilustración 9.Ascensores INDRHI.....	37
Ilustración 10.Equipos Aire acondicionado INDRHI.....	38
Ilustración 11.Equipos de fontanería del INDRHI. Fuente: Fotografía autor. ....	38
Ilustración 12.Luminarias del INDRHI. ....	39
Ilustración 13.Equipos sistema AA Split. Unidades exteriores (izquierda) Unidad interior (derecha) Fuente: Fotografía autor. ....	63
Ilustración 14.Equipos Aire Central. Unidades exteriores (izquierda) Unidad interior (derecha)	64
Ilustración 15. Equipos Planta generación eléctrica de emergencia .....	65
Ilustración 16. Vista posterior del edificio INDRHI .....	89

## GLOSARIO

- **Confort térmico:** Concepto subjetivo que expresa el bienestar físico y psicológico del individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla.
- **Consumo energético:** es la energía necesaria para satisfacer la demanda energética de los servicios de calefacción, refrigeración, ACS, e expresa en términos de energía primaria y en unidades kWh/m<sup>2</sup> año, considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio.
- **Demanda energética:** energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente.
- **Potencia (W):** flujo total de calor que atraviesa una superficie.
- **Puente térmico:** zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.



## 1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es la principal herramienta a utilizar para obtener un desarrollo sostenible, en la actualidad la demanda energética va en aumento a nivel mundial por lo que es de vital importancia la práctica de medidas eficientes y del uso racional de la energía. De esto no escapan las empresas estatales, que en el caso particular de República Dominicana en donde no existen actualmente normativas que promuevan el uso eficiente de la energía, en este sector la práctica de medidas de eficiencia energética tiene un porcentaje muy bajo.

Según informaciones recogidas por la Comisión Nacional de Energía (CNE), en la República Dominicana la mayoría de las instituciones estatales no hacen un uso adecuado de la energía que se consume en sus instalaciones y existe un nivel muy alto de desconocimiento de medidas de ahorro tanto monetarios como energéticos que se pueden conseguir con la aplicación de medidas eficientes energéticamente. Una de las pautas para obtener resultados esperados más allá de cambios en la infraestructura y en los equipos es la capacitación y educación del personal que labora en estas oficinas, así como el promover las prácticas que permitan el desarrollo más eficiente de la edificación.

Como propuesta inicial para que en la República Dominicana sean mejor aplicadas las medidas de eficiencia energética debemos realizar auditorías energéticas en todas las instituciones estatales, de esta manera se identifican para cada caso los inconvenientes en el proceso productivo y se realiza un esquema genérico de aplicación para todas las empresas en general, ya que se crearía un sistema de gestión del consumo energético y se aprovecharían todas las medidas eficientes y rentables.

En este trabajo de fin de máster se realizará un estudio energético al edificio que aloja las oficinas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), en donde se analizarán las demandas que requiere esta edificación y se generarán las medidas de mejora necesarias para que esta edificación disminuya su consumo energético, las emisiones de CO<sub>2</sub> y posea un manejo energético más eficiente.





### **1.1. Objetivos del proyecto**

La finalidad del presente trabajo de fin de máster es realizar una auditoría energética al edificio que aloja las oficinas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en Santo Domingo, República Dominicana, la cual presente la situación energética actual en la que se encuentra la edificación para de esta manera poder ofrecer propuestas de mejoras viables que disminuyan el consumo energético que presenta.

De la mano con las propuestas de mejora se harán propuestas de implementación del uso de energías renovables de esta manera no solo se disminuye el consumo energético, sino que también emitirá menos CO<sub>2</sub> al medio ambiente y menos impacto ambiental.

### **1.2. Justificación del proyecto**

La mayoría de las instituciones del estado en República Dominicana, incluyendo el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), no realizan un uso adecuado de la energía que es consumida por sus instalaciones y desconocen los puntos potenciales de ahorros tanto monetarios como energéticos. El alto coste de las facturas eléctricas demuestra que no se realiza un uso racional de la energía. El presente trabajo busca la evaluación energética que presente la situación actual de la edificación y de esta manera realizar optimas medidas de mejora.

Para cumplir lo mencionado anteriormente se realizará un análisis de los elementos que influyen en el consumo energético para proponer sus mejoras.



## GENERALES



### **1.3. Marco Normativo**

En la República Dominicana existe una institución a cargo de trazar las políticas en el sector energía, esta es la Comisión Nacional de Energía (CNE), creada el 26 de julio del 2001 mediante la Ley General de Electricidad (LGE) N° 125-01, la cual tiene como objetivo estratégico que las energías renovables y la eficiencia energética adquieran un protagonismo que vaya en aumento en el país.

Como misión se propone impulsar el desarrollo sostenible del sector energético nacional bajo los criterios de la eficiencia económica y operativa.

A su cargo está dar seguimiento al cumplimiento de la Ley de Incentivo al desarrollo de las Energías Renovables y sus Regímenes Especiales (ley no. 57-07). También CNE se encuentra a la espera de la aprobación de la Ley de Eficiencia Energética, esta ley prevé la elaboración de programas para el uso eficiente y racional de la energía, así como también el crear una estrategia a nivel nacional, para dirigir los procesos que aseguren que se cumplan los objetivos y lineamientos de la política de eficiencia energética derivadas de la estrategia nacional de desarrollo.

#### **1.3.1 Normativa existente de eficiencia energética en Rep. Dom.**

La Comisión Nacional de Energía de República Dominicana, utiliza como referencia las siguientes normativas para la regulación del sector energía:

- Ley General de Electricidad N.º 125-01, modificada por la Ley N.º 186-07, agosto 2007. Establece el nuevo marco legal e institucional que rige las actividades de los sectores de electricidad, hidrocarburos y fuentes alternas.
- Ley 57-07; Ley de Incentivo al Desarrollo de las Energías Renovables y sus Regímenes Especiales, promulgada el 7 de mayo del 2007, Decreto 202-08, la cual regula todo lo concerniente a las energías renovables y los incentivos para el desarrollo de las mismas, así como también la exención impuestos de importación de maquinarias, equipos y accesorios que necesiten empresas o personas individuales para la producción de energía de fuentes renovables.
- Procedimiento de Certificación de Sistemas Fotovoltaicos, Agosto 2017, este procedimiento de la Comisión Nacional de Energía establece los requisitos y el proceso de evaluación necesarios para otorgarle una Certificación de CNE de que la instalación cumple con los Requisitos Mínimos de Eficiencia de los inversores y sistemas fotovoltaicos para el Programa de Medición Neta, este programa es el provisto por la empresa distribuidora a los clientes con sistema de generación propia de energía de acuerdo con el artículo 20 de la Ley No. 57-07.

## **1.4 Historia Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)**

### **1.4.1 Antecedentes.**

Los inicios institucionales del Sector Agua en la República Dominicana datan desde el año 1845, luego de la declaración de independencia del país, donde se crearon las dependencias del Poder Ejecutivo, compuestas por 4 Secretarías de Estado: Secretaría de Justicia e Instrucción Pública, Secretaría de Interior y Policía, Secretaría de Hacienda y Comercio y la Secretaría de Guerra y Marina, el sector agua pertenecía a la Secretaría de Interior y Policía, a la cual se le asignó la construcción y conservación de caminos, canales, puentes, limpiezas de ríos y toda obra pública de utilidad y ornato.

Las primeras obras fluviales registradas fueron las del año 1885 con la construcción de un canal de tres millas de largo para conducir las aguas del río Yaque del Norte a su antiguo cauce, bajo la resolución del Congreso Nacional No. 2328 de marzo del 1885, en este mismo año también se construyó la primera regola en la ciudad de Peravia.

En los años siguientes existieron varios cambios en la legislación nacional que fueron delimitando las atribuciones de las instituciones del estado, de esta manera se fueron definiendo los alcances de esta institución. Para el año 1952 bajo la Ley N.º 3435 se creó la Secretaría de Estados de Obras Públicas y Riego, ya que el riego había adquirido importancia en el país. Dentro de esta Ley fueron ampliadas las atribuciones de esta Secretaría en materia de aprovechamiento hidráulico, cuyas responsabilidades principales eran las siguientes:

- Estudio, diseño, construcción y mantenimiento de las obras de riego;
- Estudio y aprovechamiento de aguas subterránea, para fines de riego;
- Estudio de las cuencas hidrológicas y de los aforos, para determinar los caudales; y
- Elaborar diseños y construir obras hidráulicas. (INDRHI, 2012)

Mas adelante en el año 1962 se promulgó la N.º 5852 sobre “Dominio de Aguas Terrestres y Distribución de Aguas Públicas”, en esta se establecía que la Dirección General de Riego, de la Secretaría de Estado de Agricultura, era la entidad responsable del cumplimiento de las disposiciones definidas en la citada ley.

Fue entonces para el año 1965 que bajo la Ley N.º 701 se creó la Secretaría de Estado de Recursos Hidráulicos, resultado de la fusión de la Dirección General de Riego de la Secretaría de Agricultura, la Comisión Nacional de Irrigación, fuerza y control de ríos (CONAIF), el Instituto de Aguas Potable (INAPA) y el Servicio Nacional de Acueductos Rurales. Esta fusión fue suprimida poco después y el INAPA recuperó su estatus previo y más tarde fue creado el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

#### **1.4.2 Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)**

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) tiene como misión promover mejores condiciones de vida y un mayor bienestar de las familias e individuos del país, mediante la preservación y aprovechamiento racional de los recursos hídricos, garantizando la disponibilidad del recurso en calidad óptima, cantidades adecuadas, y de forma justa con énfasis en el agua para el subsector Riego.

Las funciones que en la actualidad abarca el INDRHI son las siguientes:

- Estudiar, proyectar y programar todas las obras hidráulicas y energéticas necesarias para el desarrollo integral de las cuencas hidrográficas de la República, con sujeción a los planes nacionales de desarrollo y en coordinación con los organismos encargados de los demás tipos de obras de desarrollo.
- Organizar y manejar la explotación y conservación de los sistemas nacionales de riego, con la intervención de los usuarios, en los términos que indiquen las leyes y el Ministerio de Agricultura, para fines de coordinación de la producción agrícola;
- Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de aprovechamiento de las aguas nacionales con la cooperación de la Corporación de Fomento Industrial y la Corporación Dominicana de Electricidad, cuando se trate de aprovechamiento para la generación de energía eléctrica o fines industriales; y con el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) cuando se trate de aprovechamiento para acueductos.
- Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y alveolos de aguas nacionales, tanto superficiales como subterráneas, con la cooperación de la Secretaría de Agricultura y del Instituto Agrario Dominicano, cuando se trate de irrigación;
- Intervenir, previa aprobación de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la conservación de las corrientes de agua, lagos y lagunas; en la protección de cuencas alimentadoras y en las obras de corrección torrencial, con la cooperación de la Secretaría de Estado de Agricultura y el Instituto Agrario Dominicano;
- Realizar, en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el reconocimiento y evaluación de los recursos hidráulicos de todas las cuencas nacionales;
- Realizar el reconocimiento y evaluación de los recursos hidráulicos de cuencas internacionales y ejecutar las obras hidráulicas que sean consecuencia de tratados internacionales en cooperación con el Secretaría de Relaciones Exteriores;
- Realizar el estudio de suelos para fines de riego;

- Realizar los estudios geológicos relacionados con la existencia y el aprovechamiento de los recursos hidráulicos y con la construcción de obras relativas;
- Señalar al Poder Ejecutivo los casos en los cuales deberá proceder a expropiaciones por causa de utilidad pública, necesarias para la ejecución de sus programas, en conformidad con las leyes de expropiación;
- Coordinar las demás actividades que le fijen expresamente las leyes y reglamentos,
- Coordinar las demás actividades que se relacionen con sus fines. (INDRHI, 2012)

## 1.5 Ubicación y entorno

Las oficinas principales del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos están ubicadas en la avenida Jiménez Moya del sector Centro de los Héroes de Santo Domingo, República Dominicana. Coordenadas 18.4502753 N, -69.9262244 W.

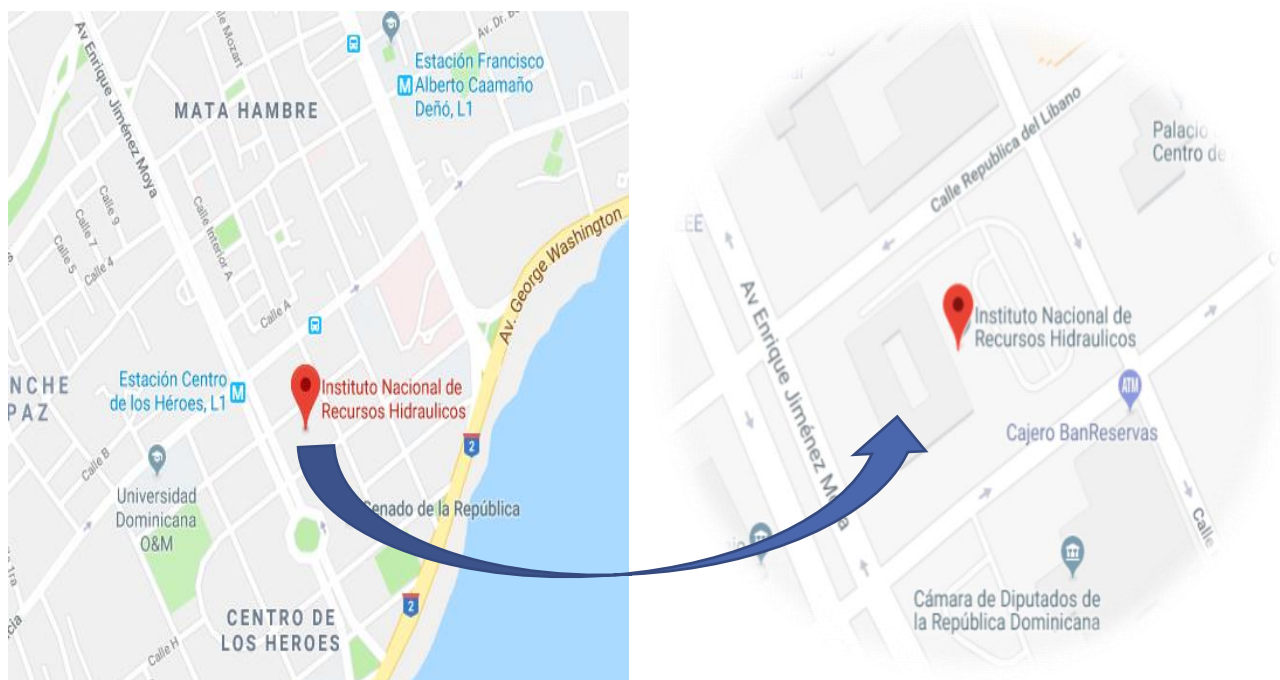


Figura 1. Mapa ubicación actual INDRHI  
Fuente: <http://google.com/maps>

### 1.5.1 Ciudad de Santo Domingo. Distrito Nacional.

La ciudad de Santo Domingo de Guzmán fue fundada el 5 de agosto de 1498 por Bartolomé Colón, es la capital de la República Dominicana. Conocida por ser el lugar del primer asentamiento europeo en América y la primera sede del gobierno colonial español.



Esta ciudad estaba ubicada en sus inicios, año 1498, en la parte oriental del río Ozama, cuarto río más importante del país, más adelante para el año 1502 un huracán azotó esta ciudad quedando destruida y Nicolás de Ovando, quien era el gobernador, trasladó la ciudad a la margen occidental de este río. Era una ciudad amurallada que contaba con una extensión de aproximadamente 93ha, esta área donde fue construida la ciudad es conocida actualmente como Zona Colonial y conserva en buen estado muchas de sus construcciones.

Luego de la Independencia Nacional para el año 1844 la ciudad fue expandiéndose más allá de las murallas, siendo el sector Ciudad Nueva el primero en construirse.

Durante los 30 años de la dictadura, del 1936 hasta el 1961, la ciudad llevó el nombre de Ciudad Trujillo, en honor al dictador Rafael Leónidas Trujillo. Luego del ajusticiamiento de este, recuperó su nombre original.

La ciudad de Santo Domingo, reconocida como Patrimonio Cultural de la Humanidad, reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, el Arte y la Cultura (UNESCO), en el 1990, es centro cultural, financiero, político y comercial de toda República Dominicana.

### **1.5.2 Situación geográfica**

El 16 de octubre del 2001 el poder ejecutivo promulgó la Ley 163-01 que dividió el Distrito Nacional en 2 demarcaciones distintas; una que conservó el antiguo nombre de Distrito Nacional y otra que empezó a llamarse desde ese momento provincia de Santo Domingo. Según esta ley la ciudad había desbordado los límites que se habían establecido en la Ley No. 262 del año 1975, por lo que debían establecerse nuevos límites que diferenciaron mejor los usos de la ciudad con fines residenciales, industriales, comerciales y sociales.

El distrito nacional quedó reducido a un área aproximada de 142.70 km<sup>2</sup> y la provincia de Santo Domingo a 1258.09 km<sup>2</sup>.

Los límites del Distrito Nacional son al Norte, este y oeste la provincia de Santo Domingo y al sur el Mar Caribe.

Mediante esta ley el Distrito Nacional quedó constituido solo por la ciudad de Santo Domingo de Guzmán, de manera que el DN no tiene municipios ni secciones, en cambio la provincia de Santo Domingo está constituida por 4 municipios y 4 distritos municipales.

La estructura de la ciudad de Santo Domingo está dividida por sectores los cuales poseen unos prefijos que dan cierta clasificación de acuerdo a sus características, tenemos:

- Ciudad, corresponde a las partes antiguas del distrito nacional.
- Ensanche, casi siempre este prefijo es aplicado a las partes más modernas de la ciudad.
- Villa, poseen esta denominación las zonas más urbanas, generalmente marginadas.

### 1.5.2.1 Situación climática de Santo Domingo

En la ciudad de Santo Domingo el clima es tropical. Su temperatura media anual es 25.7 ° C y por ser clima tropical cálido durante todo el año las lluvias son abundantes.

En la ciudad de Santo Domingo las temperaturas durante todo el año se mantienen estables, aunque pueden existir algunos cambios entre aumento y disminución entre las estaciones. El mes que posee la temperatura más alta es agosto, el cual posee una temperatura promedio de 27.0 ° C y las temperaturas más bajas se presentan para el mes de enero con 23.9 ° C.

Las precipitaciones se intensifican en los meses de mayo a octubre, durante estos meses también ocurre lo que se denomina temporada ciclónica, ya que por la ubicación de la isla es frecuente que sufra el paso de tormentas y de huracanes.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	23.9	24.2	24.7	25.4	26.1	26.5	26.8	27	26.9	26.4	25.7	24.5
Temperatura mín. (°C)	18.8	18.9	19.5	20.4	21.4	21.9	22.1	22.2	22	21.6	20.8	19.5
Temperatura máx. (°C)	29.1	29.5	30	30.5	30.8	31.2	31.6	31.8	31.8	31.3	30.6	29.5
Temperatura media (°F)	75.0	75.6	76.5	77.7	79.0	79.7	80.2	80.6	80.4	79.5	78.3	76.1
Temperatura mín. (°F)	65.8	66.0	67.1	68.7	70.5	71.4	71.8	72.0	71.6	70.9	69.4	67.1
Temperatura máx. (°F)	84.4	85.1	86.0	86.9	87.4	88.2	88.9	89.2	89.2	88.3	87.1	85.1
Precipitación (mm)	67	55	54	85	231	201	189	191	201	203	112	72

Figura 2. Temperatura promedio anual de Santo Domingo

Fuente: <https://es.climate-data.org/location/3882/>

La duración de la incidencia solar varía durante el año, según la fuente *Weather Sparks*, en el 2018 el día con mayor duración será el 21 de diciembre con 11 horas y 1 minuto y el día con mayor duración el 21 de junio con 13 horas y 15 minutos. (Weather Spark, 2018)

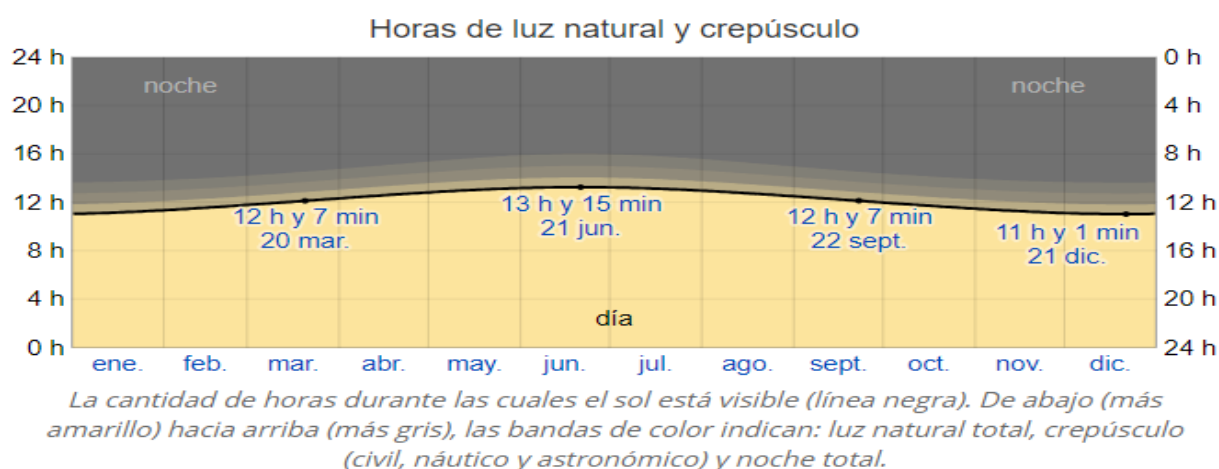
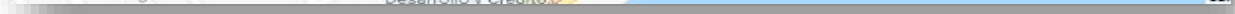


Figura 3. Horas de Sol durante el año en Santo Domingo

Fuente: <https://es.climate-data.org/location/3882/>

---



1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1001-1005.

El propósito principal de esta feria era la conmemoración de los 25 años al poder de Rafael L. Trujillo y poder mostrar al mundo los logros alcanzados durante esas dos décadas y media del gobierno, de esa manera también desviar la atención internacional de las violaciones a los derechos humanos que existían en ese momento en el país.

El diseño de esta feria estuvo a cargo del arquitecto dominicano Guillermo González Sánchez, y su construcción tardó solo un año, iniciándose el 20 de diciembre del 1955 e inaugurándose para el 31 de diciembre del 1956.



Ilustración 1 Vista aérea Centro de los Héroes

Recuperado de:  
<https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=802680&p=age=81>

Al término de la dictadura de Rafael

Leónidas Trujillo, el sector fue nombrado Centro de los Héroes, en honor a los héroes de la expedición de Maimón, Constanza y Estero Hondo que murieron en la lucha contra la dictadura.

Muchas de las edificaciones construidas para la feria fueron entregadas al gobierno para la el emplazamiento de oficinas gubernamentales, dentro de las que funcionan actualmente tenemos:

- Alcaldía del Distrito Nacional (ADN)
- Ministerio de Trabajo
- Ministerio de Agricultura
- Congreso Nacional
- Suprema Corte de Justicia
- Corte de Apelación del Distrito Nacional
- Procuraduría General de la República
- Consejo Estatal del Azúcar (CEA)
- Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE)
- Centro de Legalizaciones de Actas
- Junta Central Electoral Distrito Nacional
- Instituto Postal Dominicano (INPOSDOM)
- Dirección General de Migración y Pasaportes
- Lotería Nacional Dominicana
- Ministerio de Agricultura
- Instituto Cartográfico Militar (ICM)
- Hospital Infantil Doctor Rober Reid Cabral
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
- Tribunal Superior Electoral



En esta zona también están localizadas instituciones privadas, entre las que se encuentran una universidad y varios colegios:

- Universidad Dominicana O&M
- Edificio Antena Latina Canal 7
- Liceo Francés de Santo Domingo
- Colegio Loyola
- Colegio Nuestra Señora de la Paz



Ilustración 2. Universidad Dominicana O&M. Sede  
Recuperado de: <https://www.udoym.edu.do/noticias>

El sector está bien comunicado con los sistemas de transporte que funcionan actualmente en el país, los cuales son autobuses, rutas establecidas de carros públicos y está ubicada la estación central del Metro de Santo Domingo, el cual conecta esta zona tan concurrida por empleados públicos con diferentes localidades de la ciudad.

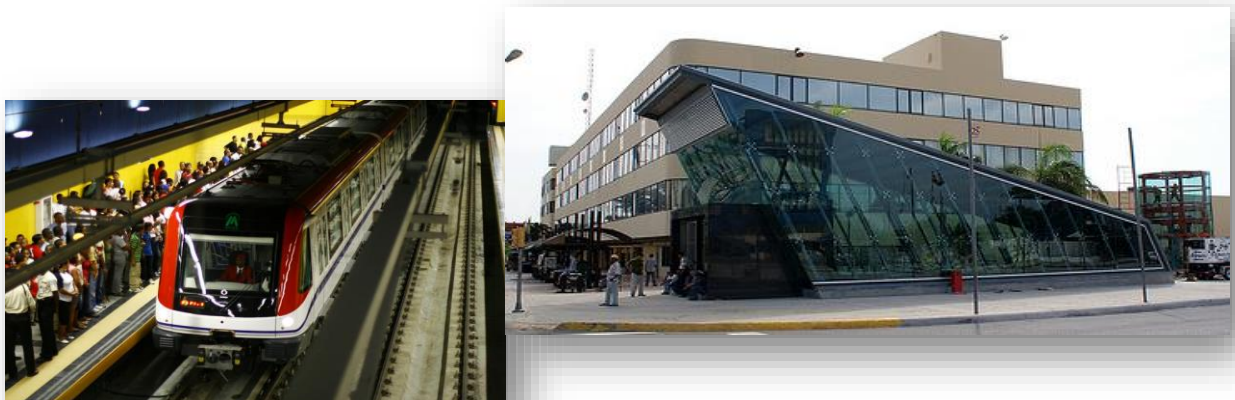


Ilustración 3. Estación Centro de los Héroes. Metro de Santo Domingo. Línea 1.

Recuperado de: <https://es.foursquare.com/v/estaci%C3%B3n-centro-de-los-h%C3%A9roes/4bfae99e1134b7139c890fc9?openPhotId=4fad7eb5e4b06e5ab7efa60f>



## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL





## 2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

### 2.1 Antecedentes históricos de la edificación

La edificación que aloja las oficinas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos fue construida para la celebración de la Feria de la Paz y la Confraternidad del Mundo Libre en el año 1955 por el arquitecto Guillermo González, quien estuvo a cargo del diseño de esta feria. El arquitecto Guillermo González estudió en la universidad de Yale, Estados Unidos

El estilo arquitectónico implementado en los edificios que componen la Feria de la Paz y la Confraternidad del Mundo Libre es arquitectura moderna, incluyendo el edificio del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

Este edificio se encuentra en las parcelas 55-PRO y las 56-PRO (70% del edificio), ambas en el distrito catastral 2 del distrito nacional. No hay documentos sobre el plano catastral.



Ilustración 4. Imagen de las edificaciones de la Feria de la Paz y la Confraternidad del Mundo Libre. Año 1956  
Recuperado de: Historia Dominicana en Gráficas



Ilustración 5. Fotografía Actual del INDRHI.  
Fuente: Fotografía de autor.

## 2.2 Memoria constructiva de la edificación.

De esta edificación no existen archivos ni documentación que nos arroje información de los sistemas de construcción de las estructuras empleados, realizamos un levantamiento para poder realizar los planos arquitectónicos que presentamos.

El terreno donde se ubica el edificio posee una dimensión aproximada de 9185.0 m<sup>2</sup> de los cuales 4,068.0 m<sup>2</sup> pertenecen al área de estacionamiento para los empleados de la institución.

El edificio posee 2166 m<sup>2</sup> aproximadamente, contando con un patio interior de 330 m<sup>2</sup> aproximados.

El sistema estructural empleado es un sistema de pórticos en el cual las columnas poseen una dimensión de 0.50 x 0.50 m, los muros interiores tienen un espesor 0.20 m y los muros exteriores poseen un espesor de 0.15 m conformados por bloques de hormigón de 6”.

Las divisiones interiores están hechas en muros de sheetrock de 10 cm a doble cara. Posee un sistema de falso techo compuesto por paneles de fibra mineral.

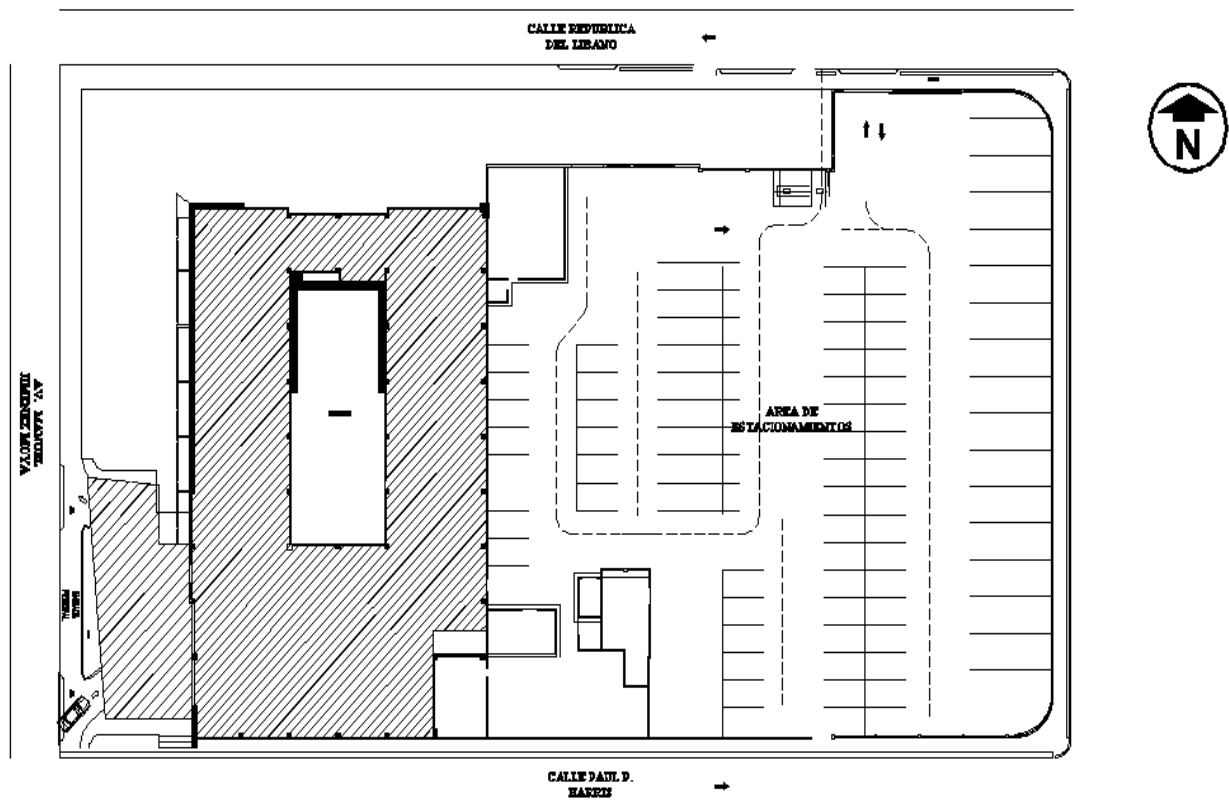


Figura 5. Planta de conjunto. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

Fuente: De autor.

## **2.3 Estado actual de la edificación**

### **2.3.1 Entorno.**

Las oficinas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos están ubicadas en el sector Centro de los Héroes, en esta zona están concentradas varias instituciones del estado, por lo que su entorno tiene un funcionamiento similar al de esta institución.

En la parte norte le queda ubicado el edificio principal de la Lotería Nacional, en la parte sur se encuentra la Suprema Corte de Justicia, en la parte frontal le queda ubicado el Ministerio de Trabajo y en la parte posterior la Junta Central Electoral.

### **2.3.2 Envolvente.**

En la fachada principal se encuentra una estructura metálica que cubre desde el segundo nivel hasta el cuarto.



Ilustración 6. Fotografía Fachada. Estructura Metálica.  
Fuente: Fotografía de autor.

Los muros exteriores están conformados por bloques de hormigón de 6" y con revestimiento de arena lavada y cemento.

En los muros exteriores también cuenta con ventanas de cristal fijas y corredizas con dimensiones variadas y perfilería de metal.

### **2.3.3 Acabados interiores.**

#### **2.3.3.1 Muros interiores**

Los muros interiores de áreas de cerramiento tienen una dimensión de 0.15 m, con un recubrimiento de cemento y arena lavada y luego capas de pintura.

En los diferentes niveles gran parte de las áreas esta creada por muros de sheetrock a doble cara de 0.10 m.

Existen también divisiones espacios interiores creadas con cristales templados de 3/8”.

#### **2.3.3.2 Pisos**

Los pisos de toda la edificación se componen de piezas de cerámica con una dimensión de 0.40m x 0.40 m. Y los pisos de la escalera principal y de la escalera de servicio en porcelanato.



Ilustración 7. Pisos de cerámica del INDRHI.  
Fuente: Fotografía autor.

#### **2.3.3.3 Techos**

Los falsos techos de la edificación están compuestos por planchas de plafón comercial de fibra mineral. Poseen un sistema de suspensión metálica y planchas cuadriculadas de fibra mineral biselados.



Ilustración 8.Falso techo INDRHI.  
Fuente: Fotografía autor.

## **2.3.4 Instalaciones.**

### **2.3.4.1 Ascensores**

Esta edificación posee instalados dos ascensores con capacidad para 8 personas cada uno.



Ilustración 9.Ascensores INDRHI.  
Fuente: Fotografía autor.



#### 2.3.4.2 Sistema de Climatización

Para la climatización de las oficinas, la edificación posee sistemas de enfriamiento ya que por el clima de República Dominicana no es necesaria la calefacción.

En esta edificación podemos encontrar el sistema de aire Split y el sistema tipo manejadoras.



Ilustración 10. Equipos Aire acondicionado INDRHI  
Fuente: Fotografía autor.

#### 2.3.4.3 Fontanería

Las instalaciones sanitarias de esta edificación no cuentan con sistema de agua caliente, solo posee instalación para agua fría en lavamanos, inodoros, fregaderos y llaves para área de jardín.



Ilustración 11. Equipos de fontanería del INDRHI.  
Fuente: Fotografía autor.

#### 2.3.4.4 Iluminación

El sistema de iluminación de la edificación está compuesto por luminarias fluorescentes adaptadas al sistema de plafones.

Se encuentran en varias dimensiones:

- 1.20 x 0.60 m
- 2.0m x 2.0m



Ilustración 12.Luminarias del INDRHI.  
Fuente: Fotografía autor.





### 3. PLANIMETRÍA DE LA EDIFICACIÓN



### 3.0 PLANIMETRÍA DE LA EDIFICACIÓN

Los planos arquitectónicos mostrados fueron realizados a base de un levantamiento propio del edificio.

Esta edificación cuenta con cuatro niveles (la planta 0 es conocida en República Dominicana como primer nivel o planta 1) con una altura aproximada de 20.50 mts.

El edificio posee en el primer nivel los estacionamientos correspondientes a la institución y en este existe un área destinada a la provisión de combustibles para los distintos vehículos institucionales que realizan diariamente viajes en carretera.

Los cuatro niveles de esta edificación corresponden a oficinas de los distintos departamentos del organigrama institucional. Estos espacios los detallaremos a continuación con su correspondiente plano de zonificación.

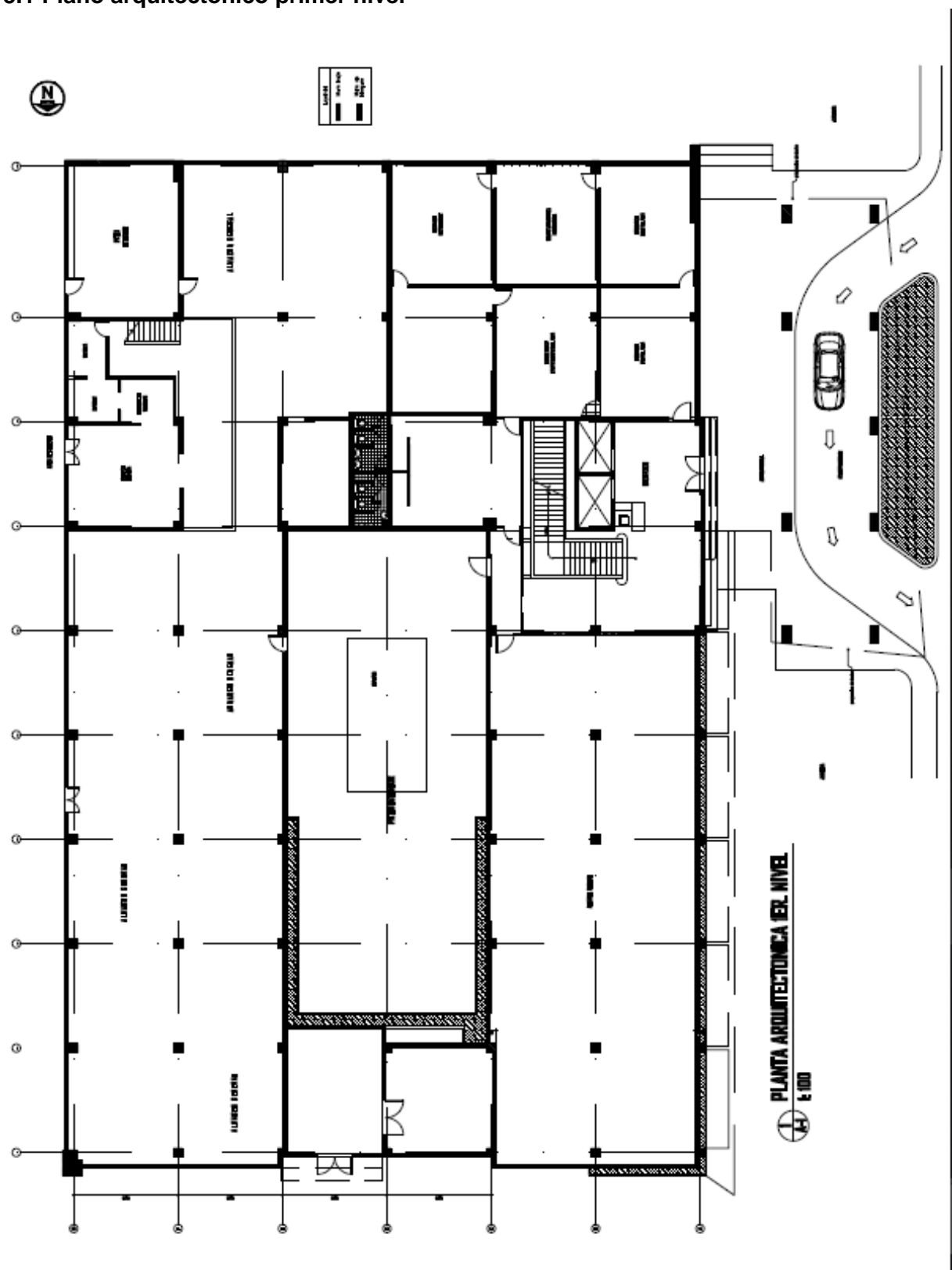
Cada nivel posee baños de hombres y mujeres, cuenta también con una escalera principal que conecta cada uno de sus niveles y también una escalera de servicios que llega hasta el nivel de cubierta, para el desplazamiento de los empleados también existen dos ascensores con capacidad para 8 personas cada uno.



Figura 6. Renderizaciones del edificio INDRHI  
Fuente: De autor.



### 3.1 Plano arquitectónico primer nivel





### 3.2 Plano de áreas primer nivel



#### ○ Leyenda

	Almacén General
	Area de Carga/Descarga
	Area de transición
	Baño Hombres
	Baño Mujeres
	Módulos Sala del Agua
	Recepción
	Taller de Mecánica

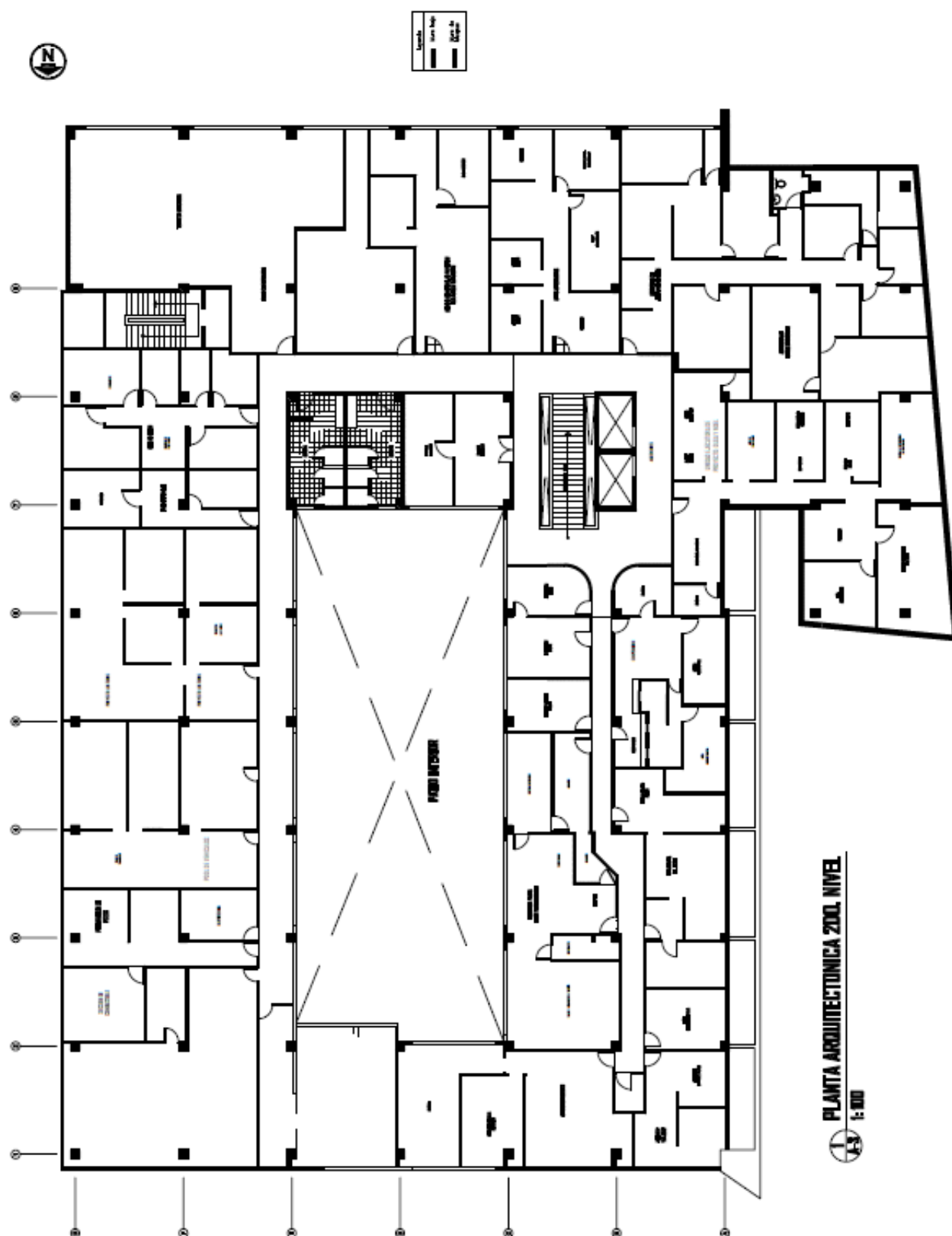
TABLA DE DIMENSIONES PRIMER NIVEL			
No.	NOMBRE ESPACIO	AREA M2	VOLUMEN M3
1	Almacén General	1032.35	5368.86
2	Área de Carga/Descarga	77.58	403.4
3	Área de transición	68.76	357.57
4	Baño Hombres	11.27	58.63
5	Baño Mujeres	11.76	61.15
6	Módulos Sala del Agua	254.83	1325.12
7	Recepción	108.54	564.38
8	Taller de mecánica	60.33	313.7
Sub totales		1625.42	8452.81

Tabla 1. Resumen de dimensiones primer nivel





### 3.3 Plano arquitectónico segundo nivel





### 3.4 Plano de áreas segundo nivel



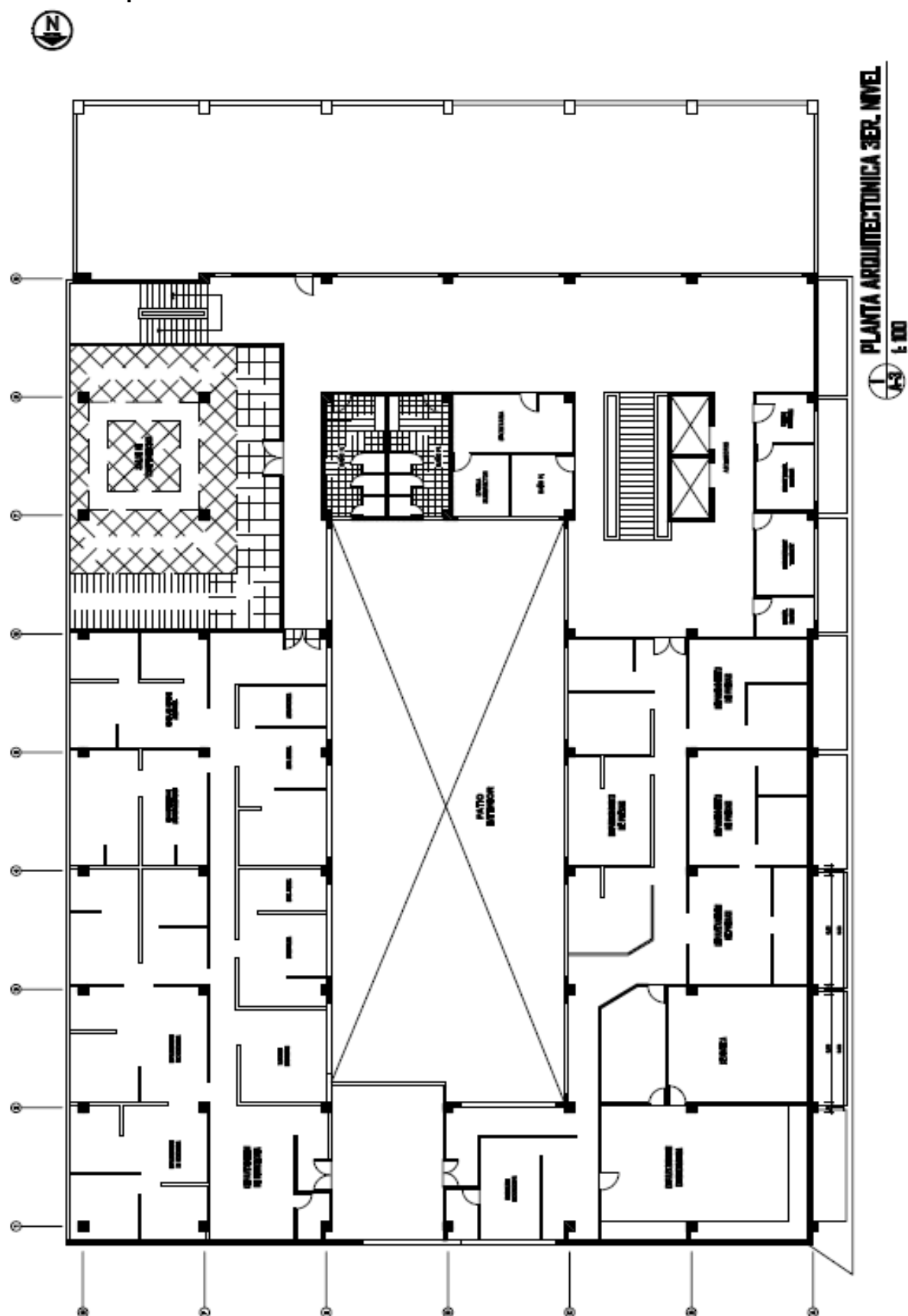
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:teal; border:1px solid black;"></span> Archivo General
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue; border:1px solid black;"></span> Área de transición
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkblue; border:1px solid black;"></span> Baño Hombres
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:green; border:1px solid black;"></span> Baño Mujeres
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:purple; border:1px solid black;"></span> Cooperativa
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span> Depto. Seguridad 2
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightpink; border:1px solid black;"></span> Dpto. de Medio ambiente
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:teal; border:1px solid black;"></span> Junta de regantes
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span> Planta Física y Mantenimiento
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:teal; border:1px solid black;"></span> Proyecto los Toros
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightpink; border:1px solid black;"></span> Proyecto Noel y Olga

TABLA DE DIMENSIONES SEGUNDO NIVEL			
No.	NOMBRE ESPACIO	AREA M2	VOLUMEN M3
1	Archivo General	179.91	845.56
2	Área de transición	243.2	1143.03
3	Baño Hombres	18.44	86.64
4	Baño Mujeres	18.39	86.42
5	Cooperativa	135.28	635.82
6	Dpto. Medio Ambiente	343.89	1616.27
7	Dpto. Seguridad	36.56	171.83
8	Junta de regantes	204.82	962.67
9	Planta Física y Mantenimiento	128.76	605.16
10	Proyecto Los Toros	478.82	2250.47
11	Proyecto Noel y Olga	167.81	788.72
	<b>Subtotal</b>	<b>1955.88</b>	<b>9192.59</b>

Tabla 2. Resumen de dimensiones segundo nivel



### 3.5 Plano arquitectónico tercer nivel





### 3.6 Plano de áreas tercer nivel



	Area de transición
	Baño Hombres
	Baño Mujeres
	Central Telefonica
	Departamento de Hidrología
	Depto. Presas
	Geomática 3
	Salón de conferencias
	Secretaria Subdirector

TABLA DE DIMENSIONES TERCER NIVEL			
No.	NOMBRE ESPACIO	AREA	VOLUMEN
1	Área de transición	294.25	1383.82
2	Baño Hombres	18.42	86.59
3	Baño Mujeres	18.4	86.5
4	Central telefónica	35.67	167.64
5	Departamento de Hidrología	430.6	2023.81
6	Dpto. Presas	272.23	1278.64
7	Geomática	134.13	630.4
8	Salón de conferencias	147.84	694.84
9	Subdirección	36.62	172.1
Sub-total		1388.16	6524.34

Tabla 3. Resumen dimensiones tercer nivel

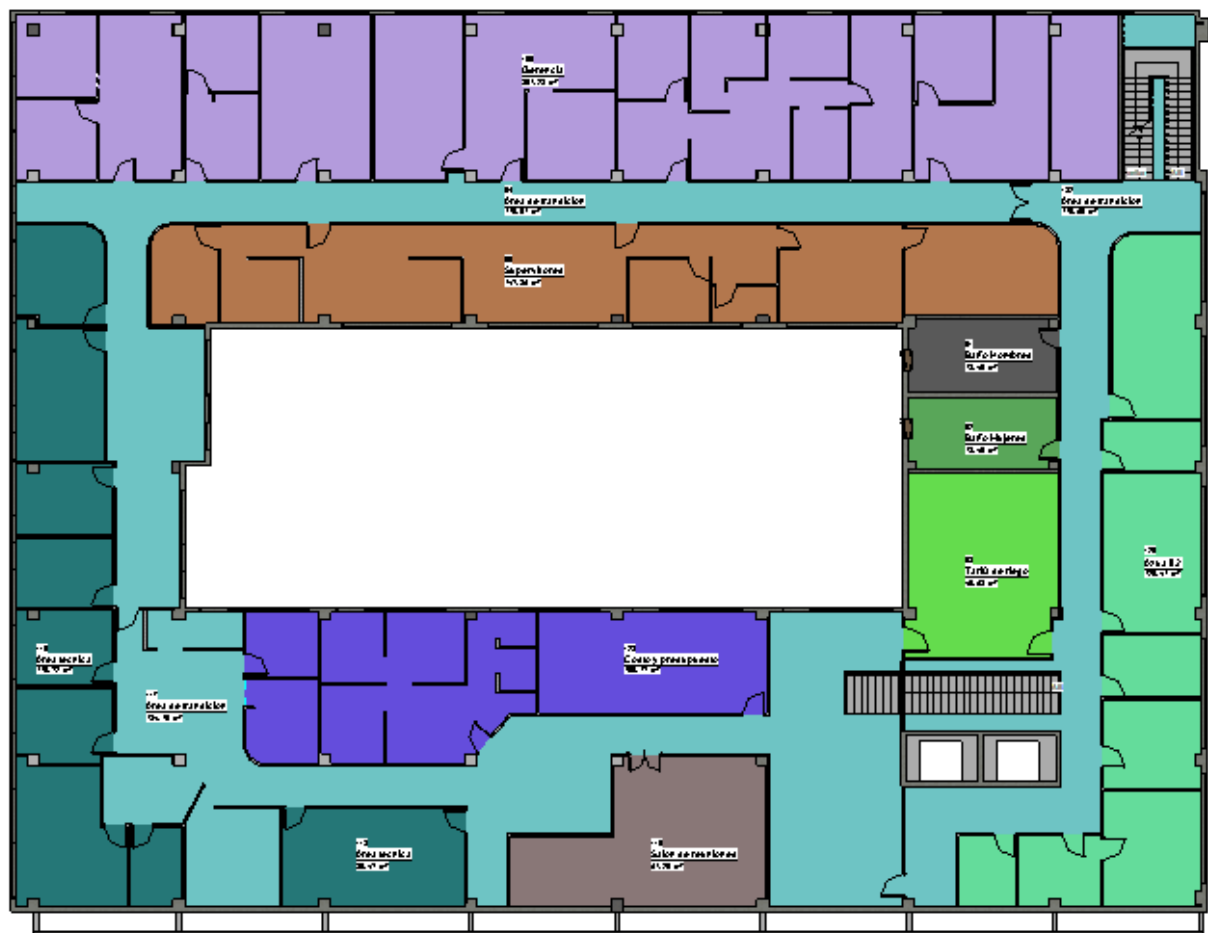








### 3.8 Plano de áreas cuarto nivel



	Area de transición
	Area tecnica
	Azua II 2
	Baño Hombres
	Baño Mujeres
	Costo y presupuesto
	Gerencia
	Salon de reuniones
	Supervisores
	Tarifa de riego

TABLA DE DIMENSIONES CUARTO NIVEL			
No.	NOMBRE ESPACIO	AREA	VOLUMEN
1	Área de transición	416.67	2083.29
2	Área técnica	146.48	735.94
3	Azua II	126.41	632.03
4	Baño Hombres	18.46	92.28
5	Baño Mujeres	18.4	91.98
6	Costo y presupuesto	109.17	545.85
7	Gerencia	301.23	1506.17
8	Salón de reuniones	51.29	256.47
9	Supervisores	147.35	736.73
10	Tarifa de Riego	46.58	232.89
Sub-total		1382.04	6913.63

Tabla 4. Resumen dimensiones cuarto nivel



## 4. INSTALACIONES Y SUMINISTROS



## 4.0 INSTALACIONES Y SUMINISTROS DE LA EDIFICACIÓN

### 4.1 Horario de trabajo.

El horario laboral de las oficinas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos es de lunes a viernes de 7:30 am a 5:00 pm. Por lo general no hay horarios extendidos a menos que se esté realizando una actividad extra, pero son escasas.

Cuenta con un vigilante de seguridad que trabaja las 24 horas, pero solo permanece en las áreas del primer nivel.

### 4.2 Sistema de climatización

El sistema de climatización que funciona actualmente en las oficinas del INDRHI es un sistema todo aire, el cual consiste en el intercambio de aire entre sus unidades, ya sea frío o caliente, para obtener las condiciones de climatización deseadas. Esta instalación consta de unidades interiores y unidades exteriores. Estas unidades se encuentran ubicadas debajo del falso techo en los diferentes niveles y las unidades exteriores están ubicadas en la cubierta del edificio.

La manipulación de estos equipos se realiza de manera manual y a criterio de los usuarios del área determinada, lo que no establece un uso controlado del equipo.

Dentro de este tipo de sistemas el INDRHI cuenta con la clasificación de instalación del tipo *conducto de flujo de aire constante* en el cual se envía un flujo de volumen constante de aire al espacio a climatizar y se regula la temperatura de este mediante un termostato.

#### 4.2.1 Aire acondicionado Split:

Este tipo de aire acondicionado está compuesto de una unidad exterior que es la parte condensadora y una parte interior que es la encargada el proceso de evaporación, la cual se instala en la parte alta de la pared.

La instalación de este equipo no es complicada, ya que no necesita el sistema de ductos para comunicar sus partes, estas se comunican por líneas de refrigerante y conexiones eléctricas y es de fácil mantenimiento.



Ilustración 13. Equipos sistema AA Split. Unidades exteriores (izquierda) Unidad interior (derecha)  
Fuente: Fotografía autor.

#### 4.2.2 Aire acondicionado central:

El INDRHI cuenta también con la instalación de aires acondicionados tipo manejadoras centrales, los cuales requieren una instalación un poco más compleja por la cantidad de conductos que son utilizados para el flujo del aire entre sus unidades.

Su instalación requiere conductos de fibra de vidrio con recubrimiento aislante de aluminio. El proceso consiste en expulsar aire en los diferentes espacios y tiene unas rejillas de retorno las cuales conducen el aire directamente al exterior.

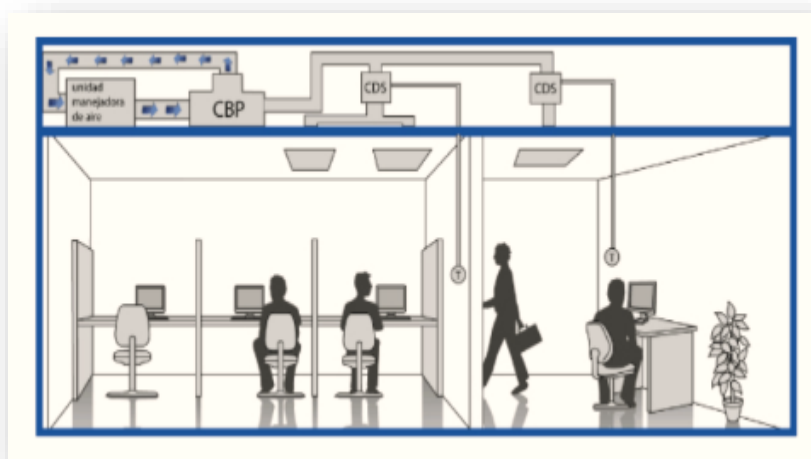


Figura 7. Funcionamiento de equipos Aire Central.



Ilustración 14. Equipos Aire Central. Unidades exteriores (izquierda) Unidad interior (derecha)  
Fuente: Fotografía autor.



#### 4.3 Sistema eléctrico.

En la actualidad, en la República Dominicana, el suministro de energía que se contrata a la entidad generadora es deficiente, por lo que se debe contar con un generador emergente de energía que sea capaz de abastecer la demanda energética de la edificación simultáneamente cuando no se cuente con la energía que proviene de la generadora contratada.

En el INDRHI se tiene instalado una planta eléctrica la cual entra en funcionamiento cuando falta la energía de la entidad generadora, esta planta eléctrica es de 500 KV, funciona con combustible Diesel lo que significa un incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> cada vez que se utiliza.



Ilustración 15. Equipos Planta generación eléctrica de emergencia  
Fuente: Fotografía autor.

4.4 Inventario de equipos con carga eléctrica.

Las tablas siguientes nos presentan un desglose de los distintos inventarios de las áreas en las que hemos dividido las cargas eléctricas del edificio INDRHI, con la finalidad de obtener datos de cuál de estas áreas es la que genera mayor consumo y poder evaluar las mejoras correspondientes.

4.4.1 Equipos de Climatización

Inventario equipos de climatización INDRHI

Equipos	Cantidad	Potencia promedio	Potencia total
<b>Tipo Split</b>			
Aire acondicionado Split 18, 000 BTU (5270 W)	10	1965	19650
Aire acondicionado Split 24,000 BTU (7030 W)	8	2450	19600
Aire acondicionado Split 12,000 BTU (3510 W)	4	1750	7000
<b>Aire acondicionado central</b>			
Aire acondicionado central 10 ton. (26370 W)	1	7900	7900
Aire acondicionado central 5 ton. (10550 W)	40	3250	130000
Aire acondicionado central 3 ton. (7610 W)	15	2880	40320
		<b>Sub total</b>	<b>224470</b>

Tabla 5. Inventario equipos de climatización

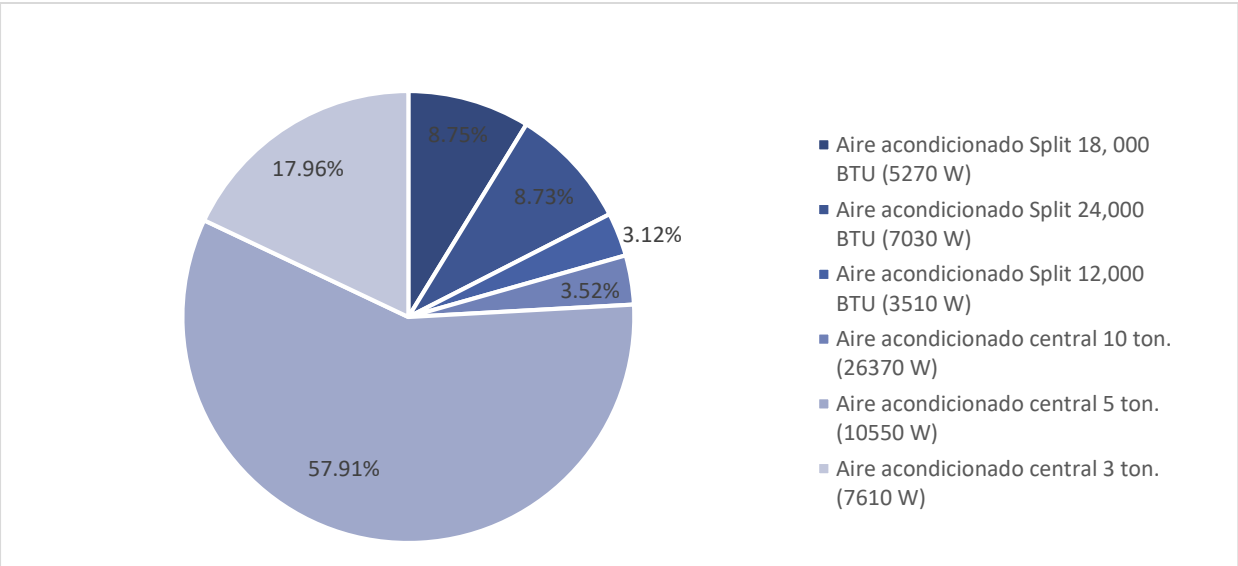


Figura 8. Relación de equipos de climatización del INDRHI

#### 4.4.2 Equipos Varios

**Inventario de Electrodomésticos**

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia</b>	<b>Potencia instalada</b>
<i>Bebedero</i>	11	600	6600
<i>Microondas</i>	4	1000	4000
<i>Nevera</i>	6	1050	6300
<i>Nevera ejecutiva</i>	6	780	4680
<i>Ventilador</i>	14	200	2800
		<b>Subtotal</b>	<b>24380</b>

Tabla 6. Inventario de electrodomésticos

**Inventario Equipos de oficina**

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia</b>	<b>Potencia instalada</b>
<i>Computadoras</i>	138	200	27600
<i>Fax</i>	1	50	50
<i>Fotocopiadora</i>	6	1020	6120
<i>Impresoras</i>	44	1020	44880
<i>Laptop</i>	11	100	1100
<i>Máquinas de escribir</i>	2	50	100
<i>Sacapuntas eléctrico</i>	2	30	60
<i>Escáner</i>	6	150	900
<i>Sumadora eléctrica</i>	12	60	720
		<b>Subtotal</b>	<b>81530.00</b>

Tabla 7. Inventario de equipos de oficina.

**Inventario Otros Equipos**

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia</b>	<b>Potencia instalada</b>
<i>Ascensores</i>	2	2700	5400

Tabla 8. Inventario otros equipos eléctricos

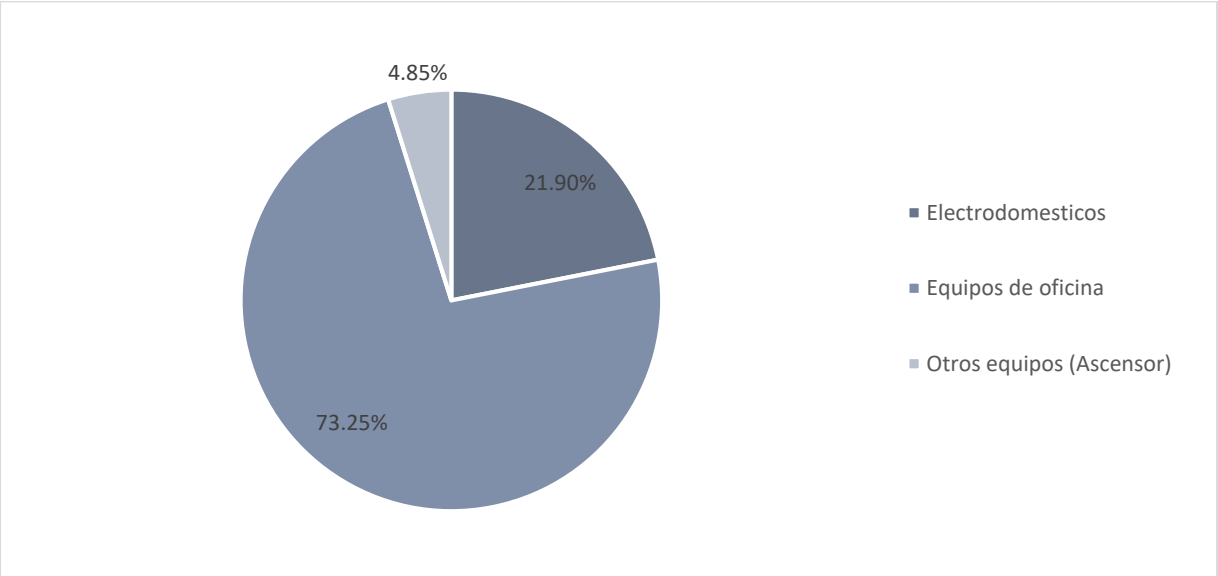


Figura 9. Relación de equipos con carga eléctrica del INDRHI

4.4.3 Iluminación

Inventario de Luminarias			
Equipos	Cantidad	Potencia	Potencia instalada
Tubos fluorescentes 50 W	830	50	42500
Bombillas 18 W	190	18	3420
		Subtotal	45920

Tabla 9.Inventario de luminarias

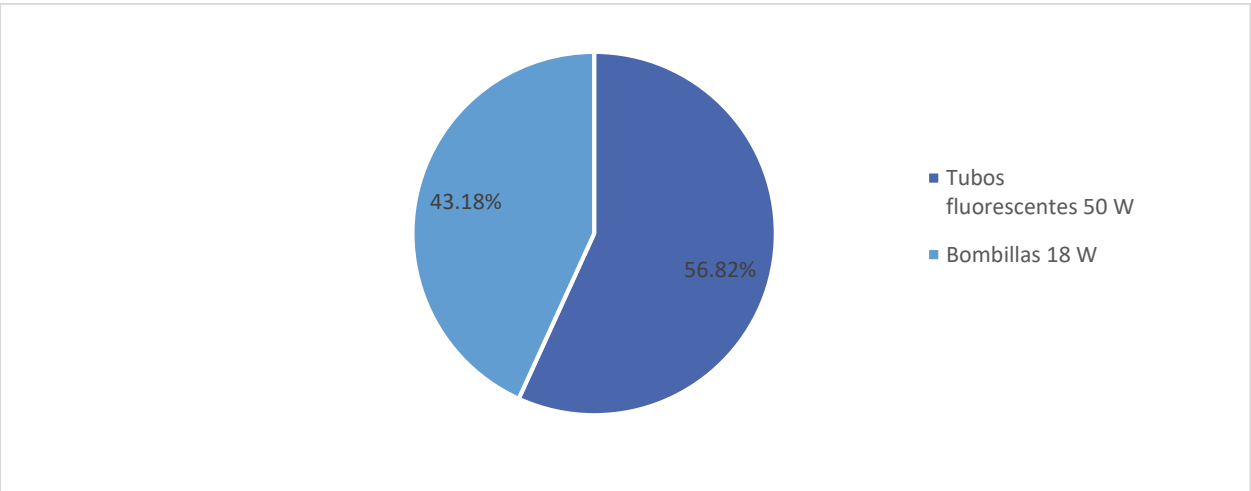


Figura 10. Relación de Luces instaladas.

## 5. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL. DIAGNÓSTICO.





## 5.2 Datos dinámicos. Consumos Actuales.

Los costos que posee la energía que proporciona la distribuidora energética actualmente son los siguientes:

<b>Tarifa</b>	MTD1
<b>Costo Potencia</b>	RD\$ 485.98
<b>Potencia Contratada</b>	525 kW
<b>Cargo Fijo 30 días</b>	224.53
<b>Voltaje</b>	12,5 kV

Tabla 10.Datos de energía contratada

El siguiente gráfico nos muestra los consumos realizados entre junio del 2017 y mayo del 2018.

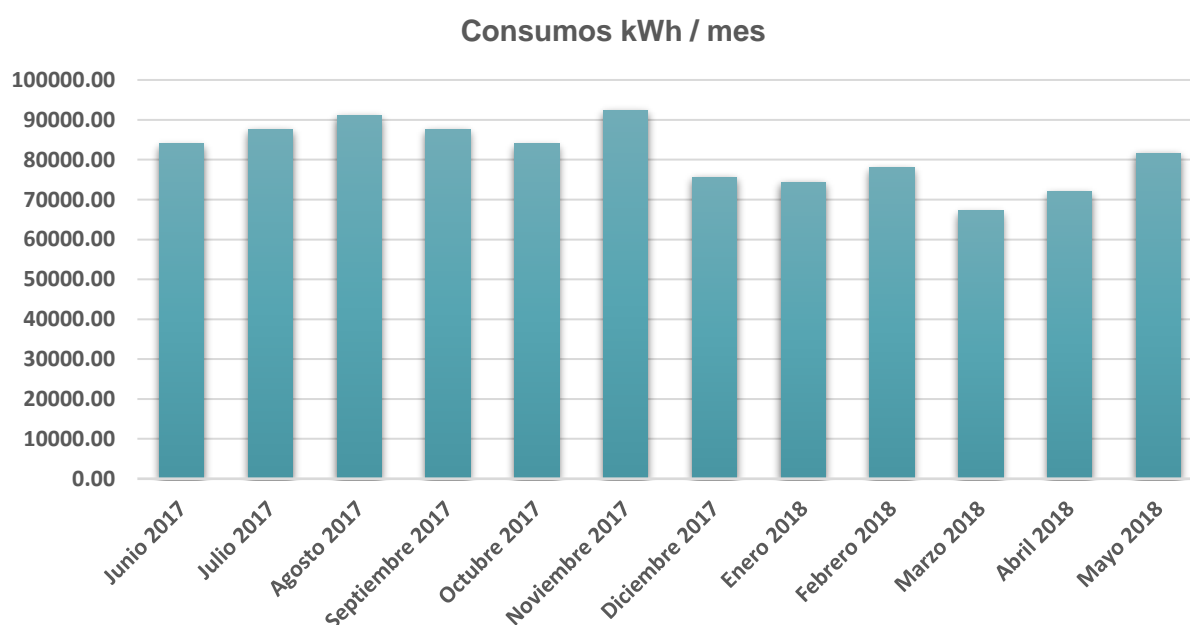


Figura 12. Gráfico consumos eléctricos



Esta tabla nos desglosa el gráfico anterior con los datos de la potencia consumida en cada mes con su correspondiente costo tanto en pesos como en euros.

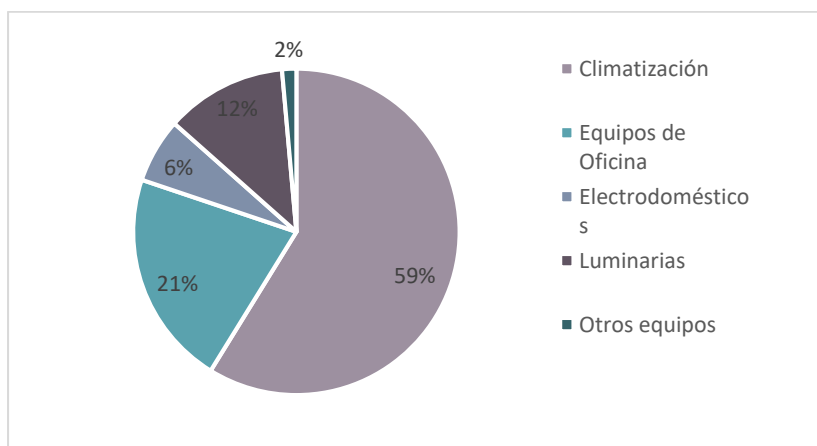
Mes	Consumo (kWh/mes)	Potencia consumida (kW)	Costo Eléctrico Pesos RD\$	Costo Eléctrico Euros
<b>Junio 2017</b>	84000.00	386.40	\$844,047.20	€ 13,613.66
<b>Julio 2017</b>	87600.00	394.80	\$876,245.43	€ 14,132.99
<b>Agosto 2017</b>	91200.00	408.00	\$910,776.37	€ 14,689.94
<b>Septiembre 2017</b>	87600.00	417.60	\$887,325.78	€ 14,311.71
<b>Octubre 2017</b>	84000.00	402.00	\$851,628.49	€ 13,735.94
<b>Noviembre 2017</b>	92400.00	398.40	\$915,482.96	€ 14,765.85
<b>Diciembre 2017</b>	75600.00	397.20	\$783,691.79	€ 12,640.19
<b>Enero 2018</b>	74400.00	390.00	\$770,820.73	€ 12,432.59
<b>Febrero 2018</b>	78000.00	348.00	\$778,525.57	€ 12,556.86
<b>Marzo 2018</b>	67200.00	340.80	\$690,678.51	€ 11,139.98
<b>Abril 2018</b>	72000.00	364.80	\$739,830.03	€ 11,932.74
<b>Mayo 2018</b>	81600.00	361.20	\$813,056.51	€ 13,113.81
<b>Total general</b>	<b>975600.00</b>	<b>4609.20</b>	<b>\$9,862,109.38</b>	<b>€ 159,066.28</b>

Tabla 11. Resumen de gastos eléctricos años 2017 y 2018.

El consumo eléctrico de la edificación está dividido por tres grupos que son: climatización, equipos eléctricos e iluminación, analizaremos ahora el porcentaje que presenta cada uno de estos grupos en la edificación, basándonos en datos proporcionados por el departamento de mantenimiento del INDRHI.

Para la climatización utilizamos el inventario de equipos con sus características y la potencia de cada equipo y entonces se procede a realizar un estudio en base a las horas de trabajo de la institución.

Los equipos eléctricos y las luminarias también fueron evaluadas con este criterio, tomando en cuenta que hay luminarias que funcionan en horario nocturno ya que son las que están ubicadas en el exterior de la edificación.



Como resultado del análisis de estos inventarios de las cargas eléctricas del edificio de estudio, basados en las potencias que posee cada equipo, podemos observar como el mayor consumo lo poseen los equipos de climatización del edificio, esto nos lleva a enfocar la climatización de edificio como uno de los puntos principales a mejorar. En estas consideraciones también debemos tener en cuenta el hecho de que estos equipos son manipulados por los usuarios y que no existe un control de temperatura, ni horarios para su encendido e incluso su apagado.

Seguido de los equipos de climatización otro de las áreas de gran consumo energético lo poseen los diferentes equipos de oficina que se unifican con los electrodomésticos, el porcentaje de esta carga energética disminuiría muy poco su porcentaje ya que lo comprenden equipos de utilidad en la empresa, lo que si podemos es proponer medidas de mejora enfocadas a el control de su apagado al final de la jornada de trabajo.

Estos consumos dan como respuesta el planteamiento de la instalación de una fuente de energía alterna para que esta carga de la climatización no incremente tanto los gastos eléctricos.

### 5.3. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EDIFICACIÓN

#### 5.3.1 Design Builder

La herramienta informática utilizada como apoyo para la realización de la evaluación energética es Design Builder, es especializada en realizar simulaciones ambientales y energéticas de edificaciones.

Design Builder permite evaluar diversos aspectos de la edificación como:

- Niveles de confort
- Emisiones de CO2
- Consumos energéticos
- Entre otros.

Está concebido para facilitar los procesos de simulación, posee una estructura modular que tiene como núcleo el modelador 3D (SolArq, 2014), que es donde se pueden introducir los datos reales de la edificación y este permite el desarrollo de las demás funciones del programa.



Figura 13. Esquema funcionamiento Design Builder

Recuperado de: [http://files.designbuilder.cl/200000040-92fe693f9f/ManualDB-Espa%C3%B1ol\\_2014-12-03.pdf](http://files.designbuilder.cl/200000040-92fe693f9f/ManualDB-Espa%C3%B1ol_2014-12-03.pdf)

Para obtener resultados del programa Design Builder se le introdujeron todos los datos del edificio INDRHI. Características de los muros, ventanas, equipos de ventilación existentes, así como también las características del clima de la ciudad de Santo Domingo para una evaluación más precisa.

También se le agregaron los datos del horario en el que permanecen en funcionamiento las oficinas, para de esta manera establecer el consumo energético.

Design Builder permite en primer lugar conocer las demandas energéticas del edificio mediante las distintas simulaciones que podemos realizar con esta herramienta.



Figura 14. Modelo Arquitectónico del Edificio INDRHI en *Design Builder*.  
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la edificación nos presenta la siguiente gráfica donde se expone la demanda energética diaria:

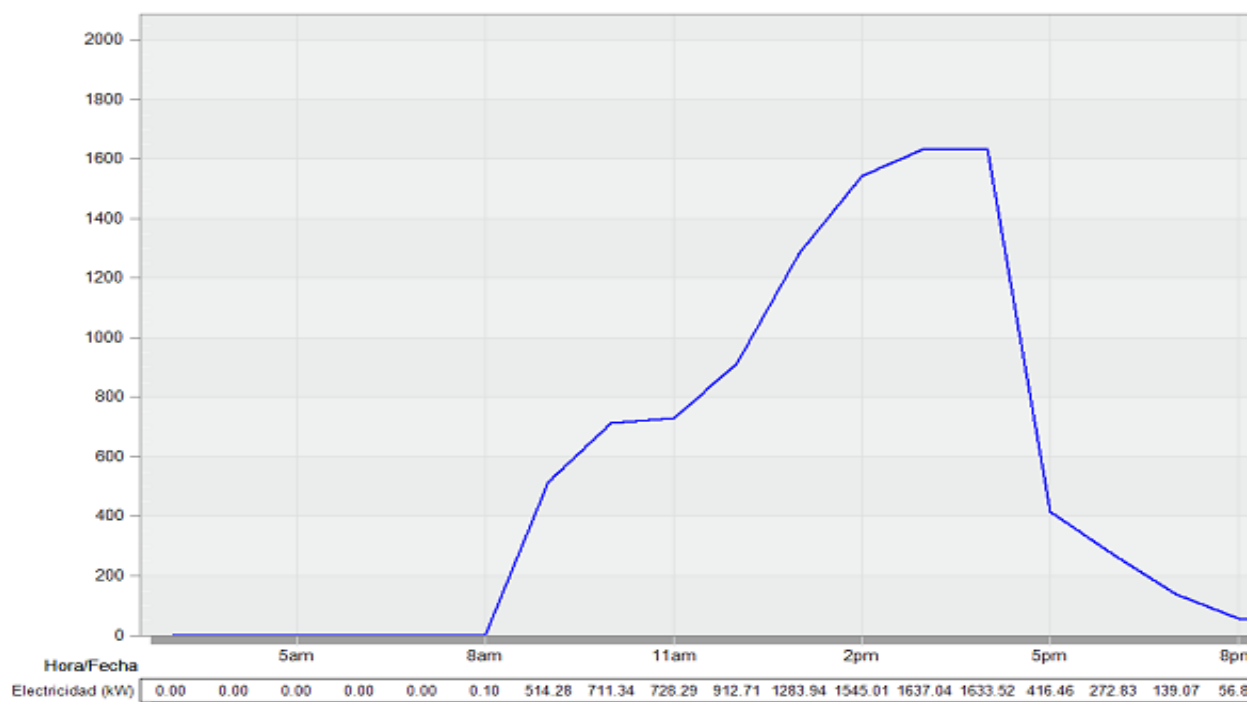
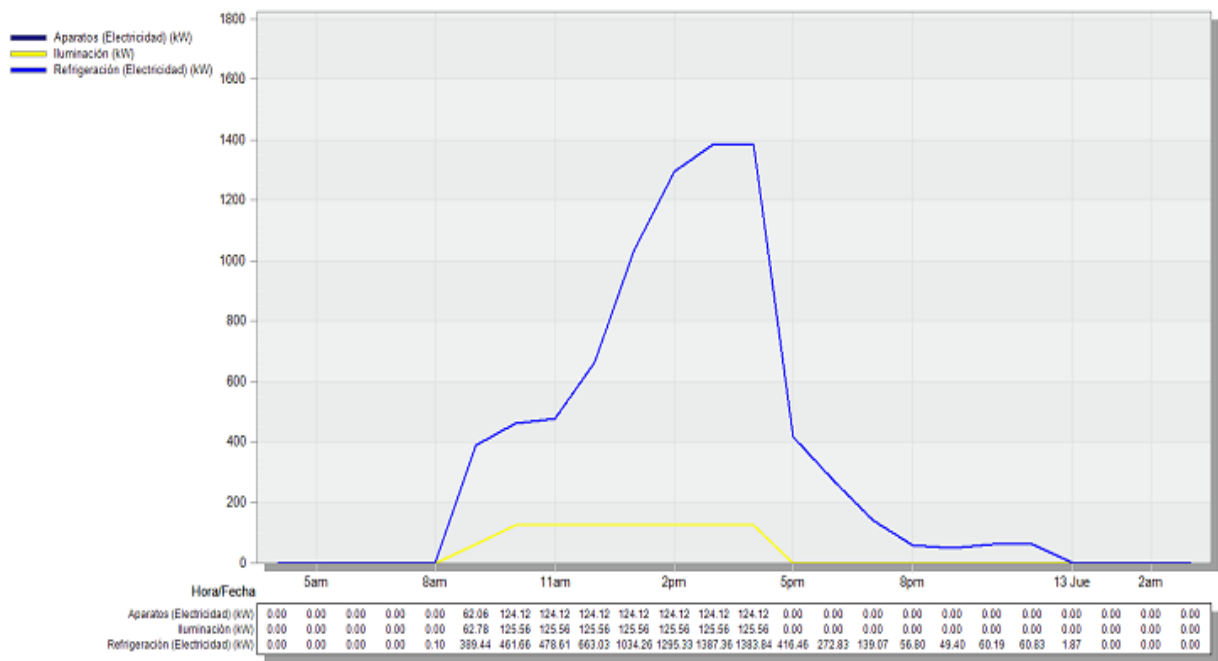


Figura 15. Datos de simulación Edificio INDRHI. Design Builder

Según podemos observar la hora con mayor demanda energética son las 15:00 hr, donde el consumo que se presenta es de 1637.04 kWh y se mantiene por aproximadamente 1hr.

Cabe recordar que el horario laboral de la institución es de 8:00 hr hasta las 17:00hr, por esta razón vemos el descenso en el consumo de la energía al finalizar la jornada.

La cantidad de energía aproximada que demanda la edificación según la simulación realizada es de 10000 kWh, lo que es mucho menor de lo que consume actualmente en la realidad, aproximadamente 16000 kWh, por lo que queda evidenciado que no existe un uso adecuado de la energía en la edificación.



Aquí podemos observar como el programa también determina que la mayor carga de energía la poseen los equipos de climatización que están instalados en la edificación.

El comportamiento de la edificación obtenido mediante la simulación corresponde con el análisis de las cargas eléctricas realizado previamente.

También de la simulación podemos observar en la siguiente imagen la iluminación natural que percibe la edificación en cada uno de sus niveles.

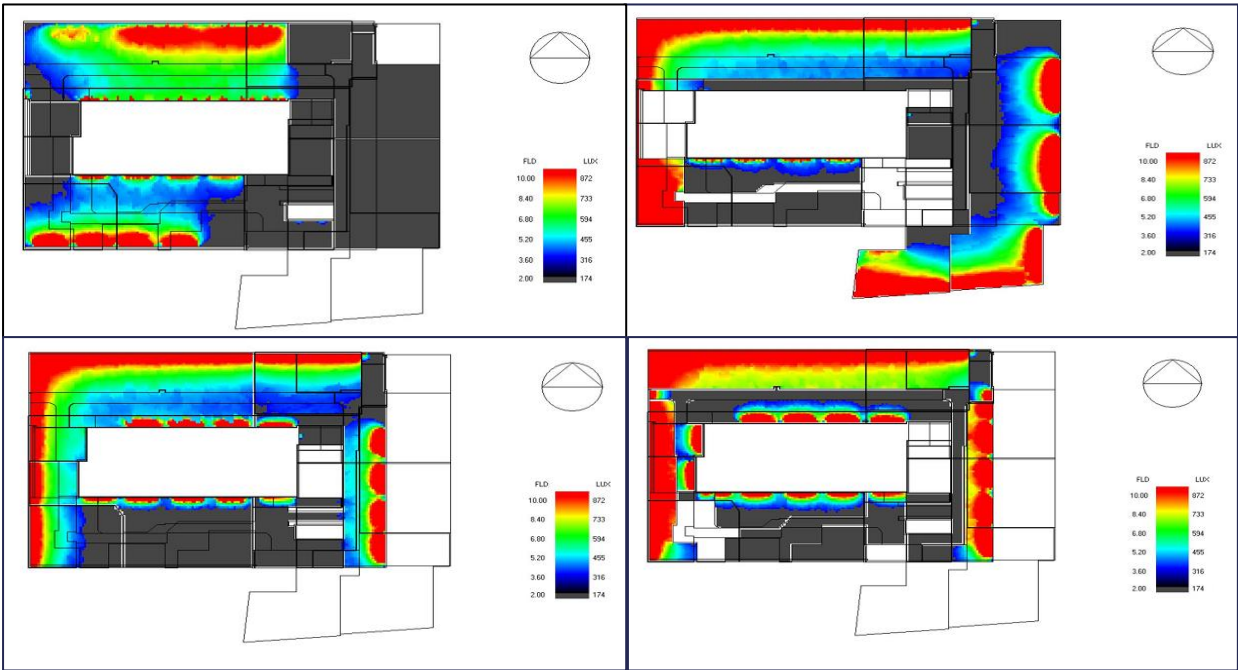


Figura 16. Incidencia solar en el edificio.

## 7. PROPUESTAS DE MEJORA

## **7.- PROPUESTAS DE MEJORA**

### **7.1 Introducción**

Las propuestas de mejora a esta edificación van enfocadas a la disminución del consumo energético, el cual básicamente depende de las siguientes pautas:

- Eficiencia de los Equipos
- Nivel de Equipamiento
- Nivel de Aislamiento
- Uso de los Equipos

Dentro del Plan Energético Nacional 2010-2025 expone como uno de sus propósitos que las propuestas de mejoras aplicadas a los edificios auditados energéticamente disminuyan en un 20% su consumo final de energía.

Basándonos en los datos recopilados del análisis realizado a el edificio INDRHI, detallamos que la mayor parte de la energía es consumida por los aparatos de climatización instalados, seguido de los equipos con carga eléctrica instalados en la oficina y luego la iluminación.

Para llevar a cabo las propuestas que posee el plan energético nacional, después de la auditoria energética realizada hacemos las siguientes propuestas de mejora del edificio:

- Instalación de un sistema de generación de energía fotovoltaico.
- Cambio de luminarias a alta eficiencia.
- Colocación de detectores de presencia en las zonas comunes.
- Colocación en dos fachadas de protectores solares.
- Creación de un plan de uso racional y eficiente de energía



## **7.2 Sistema de energía fotovoltaica para autoconsumo.**

La creación de energía de fuentes alternas y renovables es una práctica poco utilizada en la Republica Dominicana, es por esta razón que existe la ley de incentivo para el desarrollo de fuentes renovables de energía, Ley 57-07, para evitar la dependencia actual al consumo de combustibles fósiles, como lo hacen las plantas generadoras de energía eléctrica que funcionan actualmente.

Esta ley contempla una serie de incentivos y directrices para la instalación de estas fuentes renovables de energía en la cual se incluye en su campo aplicación a todas las instalaciones electro-solares (fotovoltaicos) de cualquier tipo y de cualquier nivel de potencia.

Principalmente esta ley quiere reducir la dependencia de combustibles fósiles en Rep. Dom. Aumentar la diversidad energética del país. Estimular proyectos de inversión privada de fuentes renovable de energía. Mitigar impactos ambientales negativos. Mitigar impactos ambientales negativos. Propiciar la inversión social comunitaria en proyectos de energías renovables. Descentralización de la producción de energía eléctrica y biocombustibles aumentando la competitividad. Contribuir al logro de las metas del Plan Energético Nacional en lo referente a energías renovables y Biocombustibles (Gómez, 2016).

La Ley incluye:

- La exención de impuestos a las energías renovables, un 100% a equipos y maquinaria importados, entre los que se incluye equipos de transmisión e interconexión, exención de ITBIS en compras locales.
- Reducción de impuesto al financiamiento externo de un 10% a un 5%, descuento de impuesto sobre la renta del 40% del costo de la inversión en los equipos necesarios para la producción de energía renovable en un término de tres años en proporción al 13.33% por año (Comisión Nacional de Energía, 2012).

La incorporación de este sistema fotovoltaico en el edificio INDRHI no solo va a reducir la cuota de la energía eléctrica, sino que también va a disminuir la generación de CO<sub>2</sub> al ambiente, ya que se disminuirá el uso de la planta generadora alterna que emite muchos gases contaminantes.

### 7.2.1 Descripción

Un generador fotovoltaico capta la radiación solar y la transforma en energía eléctrica, una vez captada en lugar de ser almacenada en baterías se puede utilizar directamente en el consumo o entregarla a la red eléctrica de distribución. Este proceso incluye varios equipos:

- Generador solar y estructura soporte.
- Acumulador
- Regulador de carga
- Inversores
- Contador bidireccional
- Sistemas auxiliares.

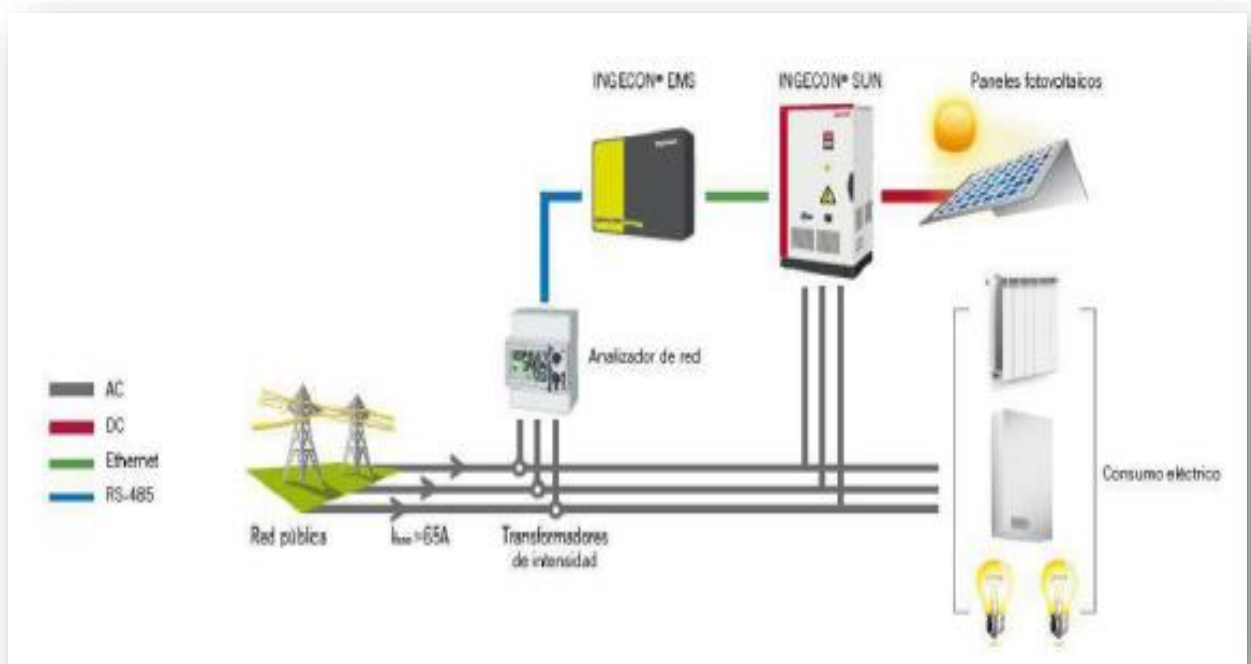


Figura 17. Funcionamiento sistema fotovoltaico  
Fuente: <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com.es>

- “Estudio energético de un edificio de oficinas, República Dominicana. Implementación de medidas de mejora y eficiencia energética.”-

### 7.2.2 Cálculo de producción fotovoltaica.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Radiación solar (KWh/m2.día)	5.42	6.37	7.18	7.46	7.33	5.71	5.17	5.33	5.84	5.93	5.43	5.14
Hora Solar Pico (hsp)	5.42	6.37	7.18	7.46	7.33	5.71	5.17	5.33	5.84	5.93	5.43	5.14

Tabla 12. Tabla radiación solar anual.

En primer lugar, tomando en cuenta la hora solar pico más desfavorable que es diciembre con 5.14 realizamos el cálculo de paneles a colocar en la edificación.

Para cubrir un aproximado de un 20% de la energía que produce la edificación se instalaran 120 placas fotovoltaicas en la zona de la cubierta del edificio.

- “Estudio energético de un edificio de oficinas, República Dominicana. Implementación de medidas de mejora y eficiencia energética.”-

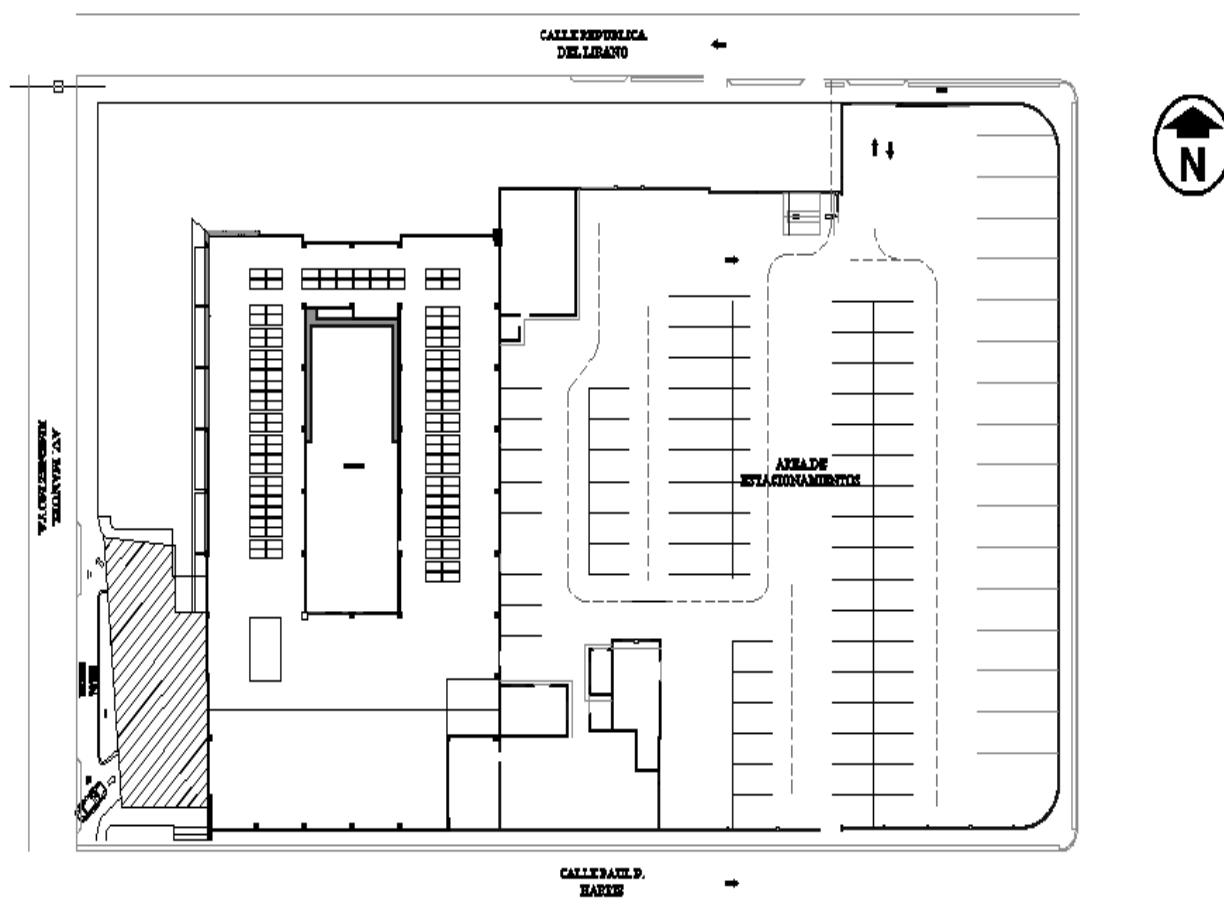


Figura 18. Plano de ubicación placas fotovoltaicas

La siguiente tabla desglosa la producción de energía de los paneles:

	ED	EM	hd	hM	kWh	Precio RD\$	Precio Euros
<b>Enero</b>	26.23	2622.58	5.42	168.02	<b>15609.6</b>	\$121,910.98	€ 1,966.31
<b>Febrero</b>	29.04	2903.57	6.37	178.36	<b>18345.6</b>	\$143,279.14	€ 2,310.95
<b>Marzo</b>	26.23	2622.58	7.18	222.58	<b>20678.4</b>	\$161,498.30	€ 2,604.81
<b>Abril</b>	27.10	2710.00	7.46	223.8	<b>21484.8</b>	\$167,796.29	€ 2,706.39
<b>Mayo</b>	26.23	2622.58	7.33	227.23	<b>21110.4</b>	\$164,872.22	€ 2,659.23
<b>Junio</b>	27.10	2710.00	5.71	171.3	<b>16444.8</b>	\$128,433.89	€ 2,071.51

<b>Julio</b>	26.23	2622.5 8	5.17	160.27	<b>14889.6</b>	\$116,287.78	€ 1,875.61
<b>Agosto</b>	26.23	2622.5 8	5.33	165.23	<b>15350.4</b>	\$119,886.62	€ 1,933.66
<b>Septiembre</b>	27.10	2710.0 0	5.84	175.2	<b>16819.2</b>	\$131,357.95	€ 2,118.68
<b>Octubre</b>	26.23	2622.5 8	5.93	183.83	<b>17078.4</b>	\$133,382.30	€ 2,151.33
<b>Noviembre</b>	27.10	2710.0 0	5.43	162.9	<b>15638.4</b>	\$122,135.90	€ 1,969.93
<b>Diciembre</b>	26.23	2622.0 0	5.14	159.34	<b>14803.2</b>	\$115,612.99	€ 1,864.73

Tabla 13. Cálculo generación fotovoltaica

-Ed: Producción media diaria de energía eléctrica (kWh).

-Em: Producción media mensual de energía eléctrica del sistema (kWh).

-Hd: Suma diaria promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kWh/m<sup>2</sup>)

-Hm: Suma promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema.

	Energía			Fotovoltaica			Ahorro Energético	
	kWh	Costo RD\$	Costo Euros	kWh	Costo RD\$	Costo Euros	Diferencia	%
Enero	74400	\$770,820.73	€ 12,432.59	15609.6	\$121,910.98	€ 1,966.31	-58790.4	20.98%
Febrero	78000	\$778,525.57	€ 12,556.86	18345.6	\$143,279.14	€ 2,310.95	-59654.4	23.52%
Marzo	67200	\$690,678.51	€ 11,139.98	20678.4	\$161,498.30	€ 2,604.81	-46521.6	30.77%
Abril	72000	\$739,830.03	€ 11,932.74	21484.8	\$167,796.29	€ 2,706.39	-50515.2	29.84%
Mayo	81600	\$813,056.51	€ 13,113.81	21110.4	\$164,872.22	€ 2,659.23	-60489.6	25.87%
Junio	84000	\$844,047.20	€ 13,613.66	16444.8	\$128,433.89	€ 2,071.51	-67555.2	19.58%
Julio	87600	\$876,245.43	€ 14,132.99	14889.6	\$116,287.78	€ 1,875.61	-72710.4	17.00%
Agosto	91200	\$910,776.37	€ 14,689.94	15350.4	\$119,886.62	€ 1,933.66	-75849.6	16.83%
Septiembre	87600	\$887,325.78	€ 14,311.71	16819.2	\$131,357.95	€ 2,118.68	-70780.8	19.20%
Octubre	84000	\$851,628.49	€ 13,735.94	17078.4	\$133,382.30	€ 2,151.33	-66921.6	20.33%
Noviembre	92400	\$915,482.96	€ 14,765.85	15638.4	\$122,135.90	€ 1,969.93	-76761.6	16.92%
Diciembre	75600	\$783,691.79	€ 12,640.19	14803.2	\$115,612.99	€ 1,864.73	-60796.8	19.58%
Totales	975600		\$159,066.28	208252.8		€ 26,233.13		

Tabla 14. Ahorro energético de los paneles fotovoltaicos

Esta fuente de energía nos generaría 208252.8 *kWh anuales*, lo que equivale a un ahorro económico de 26233.13 *euros* y evita la propagación de **12.39 toneladas de CO2** al ambiente.

El contador bidireccional de esta instalación fotovoltaica va a permitir que cuando la producción de energía exceda a lo que consuma la edificación realizara un porcentaje mayor de descuento en la factura eléctrica.

### 7.2.3 Análisis económico de la instalación fotovoltaica.

Para tener una noción de los costos de esta instalación se ha investigado los precios actuales que detallo a continuación.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total (IVA incluido)
Modulo Solar Canadian CS3U-350 375W (1000V/1500V)	120.00	€ 300.00	€ 36,000.00
Inversor SMA Sunny Tripower	2.00	€ 2,940.23	€ 5,880.46
Instalación del sistema	1.00	€ 5,400.00	€ 5,400.00
		Total	€ 47280.46

Tabla 15. Análisis económico.

Período de amortización:

- El costo total de la instalación supone una inversión estimada de € 47280.46
- Una producción de 208252.8 kWh anual.
- Amortización: € 47280.46 / € 26233.13

Se recuperaría la inversión en un periodo de 4 años.

A esto se le aplicaría también el incentivo de la Ley 57-07 que supone un descuento del 40% del total en los equipos de instalación fotovoltaica.

### 7.3 Cambio de luminarias a alta eficiencia.

La mejora en el sistema de iluminación está contemplada en el Plan Energético Nacional 2010-2015, el cual recomienda que en las instalaciones del estado exista el mismo tipo de luminarias de alta eficiencia energética.

La recomendación es que sean instaladas luminarias T8 3x32 W con balastro electrónico y pantalla reflectiva.

Según el inventario realizado están instaladas actualmente 830 luminarias a sustituir.

Consumo Actual (W)	Nuevas Luminarias (W)	Ahorro (W)
41500.00	28220.00	13280.00

Tabla 16. Ahorro cambio de luminarias

El período de amortización del cambio de luminarias de alta eficiencia sería 2 años.

#### 7.4 Colocación de detectores de presencia en las zonas comunes.

Los detectores de presencia en las zonas comunes tales como baños, cocinas y pasillos, ayudaran a ahorrar energía empleada innecesaria cuando estas áreas no necesiten iluminación.



Figura 19. Detectores de presencia.

Fuente: <http://www.leroymerlin.es/ideasy-consejos/comoHacerlo/instalar-un-sensor-de-presencia.html>

Según los inventarios realizados la cantidad de detectores de presencia a instalar serian 30 unidades.

Posee las siguientes características técnicas:

- Detector volumétrico/fotoeléctrico empotrable techo con grado
- De protección IP41 (interior)
- Ángulo de cobertura 360°
- Diámetro de alcance de 8m.
- Muy recomendado para lugares de tránsito, como entradas y pasillos comunitarios.

##### 7.4.1 Análisis económico de la propuesta.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total (IVA incluido)
Suministro e instalación de detectores de presencia.	30	€ 42.00	€ 1200.00
		<b>Total</b>	€ 1200.00

El período de amortización de esta instalación de detectores de presencia equivale a 4 años.

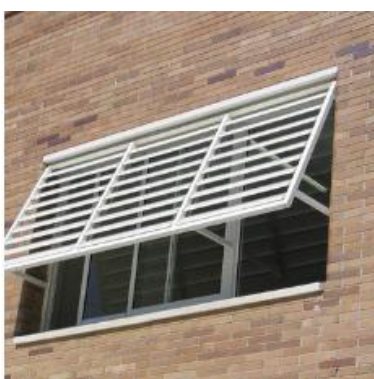


## 7.5 Colocación en dos fachadas de protectores solares.

Como resultado de la simulación energética realizada al edificio (*ver Figura 16*) podemos observar que la incidencia solar es bastante alta principalmente en las fachadas Norte y Este por lo que una de las propuestas de mejora al edificio es la incorporación de protectores solares en las ventanas que limiten la incidencia solar.

De esta manera la climatización de estas áreas tendría menos demanda ya que el calor producido por el sol sería limitado.

Los protectores solares lamas regulables cuya principal ventaja es que permiten la entrada de luz indirecta al área interior.



*Figura 20. Lamas regulables.*  
Fuente: <https://www.arrevol.com/blog>



Ilustración 16. Vista posterior del edificio INDRHI

### 7.5.1 Análisis económico de la propuesta.

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total (IVA incluido)
Suministro e instalación de protectores de ventanas.	40	163.00	€ 6652.00
		<b>Total</b>	<b>€ 6652.00</b>

Tabla 17. Estimación de costos de la propuesta.

## **7.6 Plan de uso racional y eficiente de energía eléctrica.**

Acompañando a las propuestas de mejora planteadas, está la creación de un plan de uso racional y eficiente de la energía eléctrica para cada institución que sirva de educación y concientización de cada usuario para optimizar el funcionamiento de la edificación.

Una de las barreras que posee el fomento del uso de las fuentes de energías renovables es el desconocimiento y el poco interés que muestran las oficinas estatales en aplicar reglamentos y mejoras eficientes en sus instalaciones.

Este plan contiene las siguientes pautas:

- Orientación al personal sobre el uso de fuentes de energía renovable.
- Capacitación del personal competente para el manejo de los equipos de las instalaciones fotovoltaicas.
- Para lograr la eficiencia de debe contar con el apoyo e integración de todos los miembros de la institución.
- Creación de un departamento encargado de la formulación de las medidas a ejecutar y velar por el cumplimiento de las mismas y a su vez del cumplimiento de las metas propuestas.



## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo principal de este trabajo era la realización de un análisis energético al edificio que contiene las oficinas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), con la finalidad de conocer su demanda energética, evaluar la situación actual y proponer medidas de mejora a la edificación para disminuir tanto el costo de la energía eléctrica como las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente.

Las edificaciones administrativas y principalmente las que alojan oficinas del estado tienen un gran potencial para el ahorro energético. La realización de estudios y auditorías energéticas en este tipo de edificaciones es muy importante para la identificación de los puntos débiles de cada caso, este documento presenta acciones que incluyen la aplicación de medidas de mejora y tecnologías más eficientes.

Las propuestas para la mejora del edificio son las siguientes:

- Instalación de un sistema de generación de energía fotovoltaico. Con la instalación de esta fuente de energía generaría un 20% de la energía que consume la edificación actualmente, además de realizar una reducción económica y las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente, también sería optimizaría la producción de energía limpia, practica que es poco utilizada actualmente en el país. La amortización de esta medida es de 4 años.
- Cambio de luminarias a alta eficiencia. Esta propuesta está contemplada en el Plan Energético Nacional 2010-2025, de que sean cambiadas todas las luminarias de las edificaciones del estado a unas de alta eficiencia. Fue tomada en consideración ya que las que están actualmente instaladas son de bajo consumo, pero se podían mejorar. La inversión en estas luminarias es recuperable en un periodo de 2-3 años.
- Colocación de detectores de presencia en las zonas comunes. Esta propuesta de mejora va orientada a eficientizar el consumo de la iluminación en zonas que no estén siendo utilizadas en todo el horario de trabajo de la edificación, fueron consideradas para las áreas comunes tales como baños, cocinas y pasillos (algunas zonas), que no requieren la presencia constante de personas ni su utilización. El período de amortización es de 4 años.
- Colocación en dos fachadas de protectores solares. la colocación de estos protectores solares ayudaría a la climatización de las oficinas, ya que, como resultado de la simulación y análisis del consumo eléctrico, la demanda para la climatización es muy elevado. Esta propuesta permite la limitación de la entrada de radiación solar, pero no limita la iluminación natural del área.

Y, por último, pero muy relevante, es la creación de un plan de uso racional y eficiente de energía. Esta creación para la gestión de estas medidas es indispensable, ya que debe darse mantenimiento y se debe procurar la integración de los usuarios en el cumplimiento de los planes de mejora.



## 11. BIBLIOGRAFIA

1. Arregui, I. Y. (s.f.). *ESTUDIO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGETICA*. Universidad Politécnica de Cataluña, UPC.
2. Bosch, M.; Rodríguez, I. Metodología de evaluación energética de edificios [en línea]. Barcelona: Ediciones UPC, 2006 [consulta: 16 de marzo de 2018]. Disponible en: <[http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11645/26\\_Inmaculada%20Rodriguez\\_pre\\_senta\\_cion.pdf?sequence=1](http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/11645/26_Inmaculada%20Rodriguez_pre_senta_cion.pdf?sequence=1)>.
3. Comisión Nacional de Energía. (13 de noviembre de 2012). *Comisión Nacional de Energía*. [Consulta: 10 de marzo del 2017] de <http://www.cne.gob.do>
4. CREA Consultores S.L. y Evangelina Nucete. (2008). *Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas*. España: WWF España.
5. De Garrido, L. *Sustainable Architecture: Green in Green*. Babyl traducciones. Sant Adrià de Besòs, Barcelona. Instituto Monsa de Ediciones, S.A. 2011. ISBN 978-84-15223-41-2.
6. DesignBuilder. (n.d.). *Manual de DesignBuilder en español*.
7. Dominicana on line [en línea]: *Clima*. [Consulta: 3 de marzo 2018]. Disponible en: [http://www.dominicanaonline.org/portal/espanol/cpo\\_clima.asp](http://www.dominicanaonline.org/portal/espanol/cpo_clima.asp)
8. Edesur. (2015). *Tarifa Establecida por la Superintendencia de Electricidad*. [Consulta: 10 de marzo del 2017]. *República Dominicana*.
9. Eficiencia energética en la rehabilitación de edificios. Ivan Capdevila, Elisa Linares, Ramón Folch. Guías técnicas de energía y medio ambiente (25). Ed. Fundación Gas Natural Fenosa. Sabadell (Barcelona); 2012.
10. El periódico de la energía [en línea]: *Francia muestra el camino en autoconsumo: obliga a poner paneles fotovoltaicos en los nuevos edificios comerciales*. [Consulta: 10 de marzo 2018]. Disponible en: <http://elperiodicodelaenergia.com/francia-muestra-el-camino-en-autoconsumo-obliga-a-poner-paneles-fotovoltaicos-en-los-nuevos-edificios-comerciales/>
11. Energía solar. Paneles de energía solar fotovoltaica [en línea]. Madrid: 2016. [Consulta: 10 de marzo del 2017] Disponible en: <<http://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/panelfotovoltaico>>.
12. Icaen [en línea]: *cálculos de energía solar fotovoltaica*. [Consulta: 1 de abril 2018]. Disponible en: [http://icaen.gencat.cat/ca/pice\\_ambits\\_tematicas/pice\\_energies\\_renovables/pice\\_solar\\_fotovoltaica/](http://icaen.gencat.cat/ca/pice_ambits_tematicas/pice_energies_renovables/pice_solar_fotovoltaica/)
13. ICAEN, 2004. Sustainable Building - Design Manual: sustainable building design practices [En línea]. S.l.: The Energy and Resources Institute (TERI). [Consulta: 18 de febrero 2018].

ISBN 817993053X. Disponible en:  
<https://books.google.com/books?id=cihmupBhTWIC&pgis=1>.

14. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña. (2015). *Base de datos de productos*. [Consulta: 1 de abril 2018] Disponible en: <http://itec.es/>
15. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI. [Consulta: 10 de marzo del 2018] <http://www.indrhi.com.do>
16. ISOLARI [en línea]: Tipos de placas fotovoltaicas [Consulta: 20 de abril del 2018]. Disponible en: <http://www.isolari.es/tipos-de-placas-fotovoltaicas>
17. Ley 57-07. Sobre incentivo al desarrollo de fuentes renovables de energía y sus regímenes especiales.2012. [En línea]. Santo Domingo. [Consulta: 1 de abril 2018]. Disponible en: <https://www.cne.gob.do/marco-legal/leyes/>
18. Machado, Carlos Alberto. Gestión energética empresarial una metodología para la reducción de consumo de energía. 2010. [En línea]. ISSN-e 1909-0455, Vol. 5, Nº. 2 pág. 107-126. [Consulta: 1 de abril 2018].
19. Mi país [en línea]: *Clima de la República Dominicana*. [Consulta: 15 de agosto 2018]. Disponible en: <http://jmarcano.com/mipais/geografia/clima/index.html#toc-index>
20. Orbis. Detectores de movimiento/presencia [en línea]. Madrid: 2016. [Consulta: 5 de agosto 2018]. Disponible en: <<http://www.orbis.es/productos/detectores-de-movimientopresencia/detectores-de-movimientopresencia/empotrable/dicromat>>.
21. Plan Energético Nacional 2010-2025. CNE. [En línea] [Consulta: 1 de marzo 2018]. Disponible en: <https://www.cne.gob.do/plan-energetico-nacional-pen/>
22. Redes Eléctricas RD. EDESUR. [Consulta: 1 de abril 2018]. Disponible en: <http://redeselectricasrd.cdeee.gob.do/sobre-nosotros/responsables/edesur/>
23. Rodríguez Demorizi, Emilio. Relaciones geográficas de Santo Domingo. 1970. Vol.1. Editora del Caribe.
24. Weather Spark. Clima República Dominicana, [Consulta: 1 de abril 2018] Disponible en: [https://es.weatherspark.com/y/27168/Clima-promedio-en-Santo-Domingo-Rep%C3%ABlica- ominicana-durante-todo-el-a%C3%B1o](https://es.weatherspark.com/y/27168/Clima-promedio-en-Santo-Domingo-Rep%C3%ABlica-ominicana-durante-todo-el-a%C3%B1o)

## 12. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por ser siempre mi guía en todas las etapas de mi vida y permitir que viviera esta experiencia de la realización de este master con tanta ilusión y enseñanzas positivas.

A mi madre, Clemencia Soriano, por ser mi pilar, mi mayor motivación, por siempre demostrarme su apoyo incondicional y dar voto de confianza en todo lo que me proponga, Gracias Mami, eres mi inspiración y mis fuerzas para alcanzar mis metas. Te Amo.

A mi hermano Roberto Eugenio, mi padre y demás familiares que siempre han mostrado su orgullo y cariño hacia mí y son quienes siempre están presente para apoyar y celebrar cada paso en mi vida.

A Alberto Puerto, infinitas gracias mi amor porque sin imaginarlo cada día has sido mi motivación para la realización de este máster, gracias por tu amor, paciencia, por el empuje y por siempre creer en mí.

Gracias a mi asesora, Inmaculada Cantalapiedra, por orientarme y ser mi guía para la realización de este trabajo de fin de master, gracias por compartir sus conocimientos.

Doris Yanilka Eugenio Soriano.






## **13. ANEXOS**

<b>Anexos 1. Factura eléctrica INDRHI, 2018.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexos 2. Ficha técnica. Detector de presencia.....</b>	<b>102</b>
<b>Anexos 3. Ficha técnica luminarias bajo consumo. ....</b>	<b>104</b>
<b>Anexos 4. Ficha técnica paneles fotovoltaicos. ....</b>	<b>106</b>



- "Estudio energético de un edificio de oficinas, República Dominicana. Implementación de medidas de mejora y eficiencia energética."-

## Anexos 1. Factura eléctrica INDRHI, 2018



Edesur Dominicana, S.A.

RNC: 1-01-82324-8

**PUNTO DE EMISION:** 3101 - LA PERLA  
**FOL. HEROES DE LUPERON:** 1  
**TELEFONO:** 503-1844  
**REFERENCIA DE PAGO:** 6009080289-41  
**FECHA DE EMISION:** 31/05/2018  
**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS**

**FECHA LIMITE DE PAGO:** 30/06/2018

**NCF:** B1500001536 Factura Gubernamental  
**VALEDO HASTA:** 31/12/2019  
**DIRECCION:** AVDA ENRIQUE JIMENEZ NOYA  
**NO.:** 6 / 0 **Piso/Depto.:** 1-B **Oficina:** 1181  
**Finca:** INSTITUTO CARTOGRAFICO MILITAR **Ruta:** 91  
**SUMIN.:** INSTITUTO CARTOGRAFICO MILITAR **Edificio:** 0001  
**REF.:** **NIC:** 6009080  
**LOC.:** CENTRO DE LOS HEROES **MIR:** 6009080  
**Sección:** ZONA URBANA **Medidor:** 9400082

570 - 2493

Este es su número de contrato

**DIRECCION DEL SUMINISTRO:** AVDA ENRIQUE JIMENEZ NOYA  
**No.:** 6 / 0 **Piso/Depto.:** 1-B  
**LOC.:** CENTRO DE LOS HEROES **RPP:** 100 120 N°24  
**RIS:** 6009080

**DATOS DEL CONTRATO:** **VOLTAJE:** Alta 12.5 KV **EFICIENCIA:** 0.83

**Municipio:** SANTO DOMINGO DE GUZMAN **AGC:** 6009080  
**Provincia:** 6009080-DISTRITO NACIONAL

**TITULAR DEL CONTRATO:** INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

**PERIODO DE FACTURACION:** 02/04/2018 - 02/05/2018 = 30 días

TIPO DE LECTURA	NÚM. DE CONTADOR	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL	ALTERADO	CONSUMO
Activa A.T.	9400082	1897	3385	1209.0800	32180 kWh
Potencia A.T.	9400082	0	0.361	1209.0800	361.260 kW
Reactiva A.T.	9400082	3240	1292	1209.0800	53880 kvarh

**CALCULO DE LA FACTURA**

<b>Carga Fija</b>	20.000 RD\$	224.00	RD\$	224.00
<b>Energía</b>	32180 kWh x RD\$ 3.81	RD\$	437,296.80	
<b>Potencia</b>	361.260 kW x RD\$ 488.99	RD\$	280,612.94	
<b>Recargo Factor de Potencia</b>	RD\$ 437,296.80 x 6.50%	RD\$	28,424.30	
<b>IMPORTE TOTAL EN RD\$</b>			<b>876,376.83</b>	
<b>FECHA LIMITE DE PAGO</b>			<b>30/06/2018</b>	

**DEUDA FACTURAS ANTERIORES RD\$** 6,365,854.78

**RESERVADO PARA LA OFICINA DE COBRO**

**ORIGINAL**

**edesur**  
Edesur Dominicana, S.A.

**TITULAR DEL CONTRATO:** INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS  
**DIRECCION DEL SUMINISTRO:** AVDA ENRIQUE JIMENEZ NOYA  
**No.:** 6 / 0 **Piso/Depto.:** 1-B  
**LOC.:** CENTRO DE LOS HEROES  
**RPP:** 100 120 N°24  
**TARIFA:** HTD1

**REFERENCIA DE PAGO:** 6009080289-41  
**FECHA LIMITE DE PAGO:** 30/06/2018  
**IMPORTE EN RD\$:** 876,376.83



## Anexos 2. Ficha técnica. Detector de presencia.



Detector de movimiento  
Motion detector

**DICROMAT +**

### Ficha Técnica Technical Data Sheet



Descripción	Description
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación empotrado en techo practicable mediante taladro de 65 mm.</li> <li>Diseño discreto en blanco pulido con lente plana de alta capacidad de captación.</li> <li>Funcionalidades básicas que cubren la mayoría de las instalaciones.</li> <li>Equipado con compensador de temperatura exterior para una detección más precisa.</li> <li>Doble boma de neutro para mayor facilidad de instalación.</li> <li>Parámetros regulables: temporización y sensibilidad luminosa.</li> <li>Limitador de campo de captación incluido, permite anular la detección en zonas específicas dentro del área de captación.</li> <li>Incluye detección de paso por cero necesario para un mejor control de cargas tipo LED, fluorescencia, bajo consumo, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suspended ceiling recessed mounted (65 mm hole).</li> <li>Unobtrusive design in polished white finish with high detection flat lens.</li> <li>Basic functions cover most applications.</li> <li>Outside temperature compensation provides more precise detection.</li> <li>Dual neutral connection terminal for easier installation.</li> <li>Adjustable parameters: timing and light sensitivity.</li> <li>Detection field limiter included, which allows detection cancellation in specific points within the detection area.</li> <li>Includes zero-crossing detection feature, required for LED, fluorescence or low energy lighting load control, etc.</li> </ul>
Aplicaciones	Areas of application
Ideal para instalaciones en descansillos, vestíbulos, cuartos de baño, cabinas sanitarias, etc.	Ideal for installation in landings, halls, bathroom facilities, sanitary cabins, etc.

Modelos Models	DICROMAT +		
	230 V ac	120 / 230 V ac	
Características técnicas Technical data			
Alimentación Power supply	230 V ac $\pm 10\%$	120 V ac $\pm 10\%$	230 V ac $\pm 10\%$
Frecuencia nominal Nominal frequency	50 Hz	50 / 60 Hz	
Consumo propio Power consumption	5,5 VA (0,8 W)	< 0,6 W (3 VA)	< 11 VA (1,4 W)
Poder de ruptura Switching capacity	$\mu 6\text{ A} / 230\text{ V} - \cos\phi = 1$	$\mu 6\text{ A} / 120\text{ V} - \cos\phi = 1$	$\mu 6\text{ A} / 230\text{ V} - \cos\phi = 1$
Detección de paso por cero Zero-cross switching	Si Yes		
Campo de detección Detection field	Hasta 9 m de diámetro a 3 m de altura Up to 9 m diameter at 3 m height		
Parámetros regulables Adjustable parameters	Tiempo (TIME) Sensibilidad luminica (LUX) Timing (TIME) Brightness range (LUX)		
Sensibilidad luminica Brightness range	3 a 2000 lux 3 to 2000 lux		
Rango de temporización Timing range	10 s a 15 min 10 s to 15 min		
Clase de protección Protection class	Clase II en condiciones correctas de montaje Class II in correct mounting conditions		
Grado de protección Degree of protection	IP20 según EN 60529 IP20 according to EN 60529		
Montaje del equipo Method of mounting control	Techo (empotrable) Ceiling (recessed)		
Altura de instalación Installation height	Hasta 4 m (ideal entre 2,2 y 4 m) Up to 4 m (ideal between 2.2 and 4 m)		
Conexión Connection	borne de tornillo screw terminals		
Sección de conductor Wire cross section	0,75 a 1,5 mm <sup>2</sup> 0.75 to 1.5 mm <sup>2</sup>		
Temperatura de funcionamiento Operating temperature	-20 a 40 °C -20 to 40 °C		
Temperatura de transporte y almacenamiento Transportation and storage temperature	-20 a 50 °C -20 to 50 °C		
Peso neto Net weight	93 g		



### Anexos 3. Ficha técnica luminarias bajo consumo.

## SYLFAST SSE

### LUMINARIA DE SOBREPONER

INFORMACIÓN PARA ORDENAR

BALASTRO ELECTRONICO/ T8 No. De Catálogo	No. Tubos	Consumo Watts.	Tipo Tubos	Dimensiones		
				A(mm)	B(mm)	C(mm)
SYLFAST SSE 2X17	2	34	FO17	608	50	115
SYLFAST SSE 2X32	2	58	FO32	1217	50	115
SYLFAST SSE 2X32 TANDEM	2	58	FO32	2436	50	115
SYLFAST SSE 4X32 TANDEM	4	112	FO32	2436	50	115

BALASTRO ELECTRONICO/ T5						
No. De Catálogo	No. Tubos	Consumo Watts.	Tipo Tubos	Dimensiones		
				A(mm)	B(mm)	C(mm)
SYLFAST SSE 2X14	2	32	FP14	580	50	115
SYLFAST SSE 2X28	2	60	FP28	1217	50	115
SYLFAST SSE 2X54	2	118	FP54	1490	50	115
SYLFAST SSE 2X54 TANDEM	2	118	FP54	2335	50	115
SYLFAST SSE 4X54 TANDEM	4	236	FP54	2335	50	115

**TIPO DE BALASTRO**  
ELECTRONICO/T8  
ELECTRONICO/T5

**VOLTAJES DISPONIBLES**  
En 120V  
En 120V  
Para 277V agregar al final del No. de Catálogo

**OPCIONES**  
BE=Balastro Emergencia  
BA=Balastro Atenuable



La línea de luminarias SYLFAST SSE se instala en forma superficial o en suspensión.

Diseñada para iluminación general en aplicaciones, tales como oficinas, salones, supermercados, locales comerciales, maquilas, talleres, colegios, pasillos, etc.

## SYLREF SSE

### LUMINARIA DE SOBREPONER



La línea de luminarias SYLREF SSE CON REFLECTOR está diseñada para ser instalada en forma superficial, donde se requiere alta eficiencia lumínica. Luminaria ideal para aplicaciones tales como muebles, gabinetes, cenefas, vitrinas, parqueaderos, etc., donde se cuenta con poco espacio.

Estas luminarias se ofrecen con balastro electrónico para tubos T8, FO17/FO32 y para tubos T5, FP14/FP28. Además, se supe en “High Output”: FP24/HO, FP54/HO.

Fabricadas en lamina de hierro con tratamiento anticorrosivo recubierta con pintura electrostática en polvo de alto índice de reflectividad. Pueden ser suplidas con reflector de aluminio especular (RE).

5

Estas luminarias se ofrecen con balastro electrónico para tubos T8, FO17/FO32 y para tubos T5, FP14/FP28. Además, se supe en “High Output”: FP24/HO, FP54/HO.

Fabricadas en lámina de hierro con tratamiento anticorrosivo recubierta con pintura electrostática en polvo de alto índice de reflectividad.

Pueden ser suplidas con balastro de emergencia y balastro atenuable (dimmer).



INFORMACIÓN PARA ORDENAR

BALASTRO ELECTRONICO/ T8 No. De Catálogo	No. Tubos	Consumo Watts.	Tipo Tubos	Dimensiones			
				A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)
SYLREF SSE 2X17	2	34	FO17	608	48	95	230
SYLREF SSE 2X32	2	58	FO32	1217	48	95	230
SYLREF SSE 3X32	3	85	FO32	1217	48	252	387
SYLREF SSE 4X32	4	112	FO32	1217	48	252	387
SYLREF SSE 2X32 TANDEM RS	2	58	FO32	2436	48	95	230
SYLREF SSE 4X32 TANDEM RS	4	112	FO32	2436	48	95	230

BALASTRO ELECTRONICO/ T5							
No. De Catálogo	No. Tubos	Consumo Watts.	Tipo Tubos	Dimensiones			
				A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)
SYLREF SSE -2X14	2	32	FP14	580	33	95	210
SYLREF SSE -2X28	2	60	FP28	1180	33	95	210
SYLREF SSE -2X54	2	118	HO54	1180	33	95	210
SYLREF SSE -2X54 TANDEM	2	118	HO54	2335	48	95	95
SYLREF SSE -4X54 TANDEM	4	236	HO54	2335	48	95	210

**TIPO DE BALASTRO**  
ELECTRONICO/T8  
ELECTRONICO/T5

**VOLTAJES DISPONIBLES**  
En 120V  
En 120V  
Para 277V agregar al final del No. de Catálogo


**OPCIONES**  
BE=Balastro Emergencia  
BA=Balastro Atenuable  
Para reflector especular de aluminio agregar RS


**SYLVANIA**





#### Anexos 4. Ficha técnica paneles fotovoltaicos.





## KuMax

### HIGH EFFICIENCY POLY MODULE


#### CS3U-350 | 355 | 360 | 365P

#### (1000 V / 1500 V)


With Canadian Solar's industry leading poly cell technology and the innovative LIC (Low Internal Current) module technology, we are now able to offer our global customers high power poly modules up to 365 W.

The KuMax poly modules with a dimension of 2000 x 992 mm, close to our 72 cell MaxPower modules, have the following features:


**MORE POWER**



Low power loss in cell connection



Low NMOT: 42 ± 3 °C  
Low temperature coefficient (Pmax): -0.37 % / °C




Better shading tolerance


**25 years** linear power output warranty

**10 years** product warranty on materials and workmanship


**MORE RELIABLE**




High PTC rating of up to: 92.64 %



Lower hot spot temperature



Minimizes micro-cracks






Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 3600 Pa\*

**MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\***


ISO 9001:2008 / Quality management system  
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system  
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

**PRODUCT CERTIFICATES\***

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE  
UL 1703: CSA

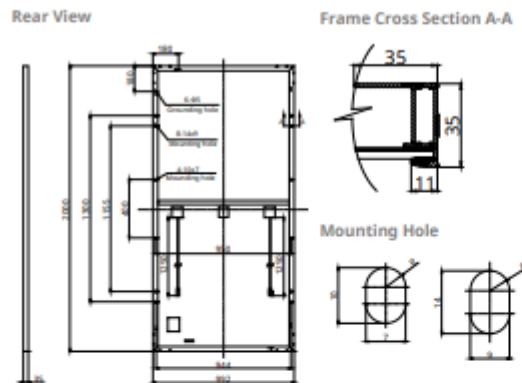
\* If you need specific product certificates, and if module installations are to deviate from our guidance specified in our installation manual, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.



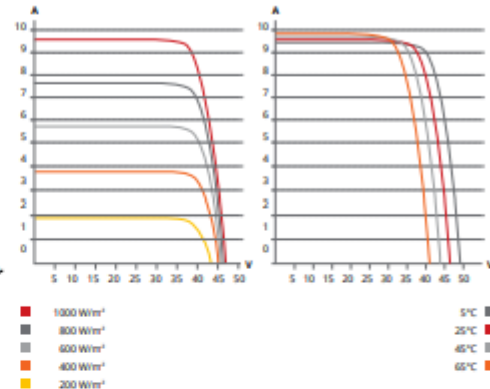
MBB 5BB

**CANADIAN SOLAR INC.**  
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

#### ENGINEERING DRAWING (mm)



#### CS3U-355P / I-V CURVES



#### ELECTRICAL DATA | STC\*

	CS3U	350P	355P	360P	365P
Nominal Max. Power (P <sub>max</sub> )	350 W	355 W	360 W	365 W	
Opt. Operating Voltage (V <sub>mp</sub> )	39.2 V	39.4 V	39.6 V	39.8 V	
Opt. Operating Current (I <sub>mp</sub> )	8.94 A	9.02 A	9.10 A	9.18 A	
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	46.6 V	46.8 V	47.0 V	47.2 V	
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	9.51 A	9.59 A	9.67 A	9.75 A	
Module Efficiency	17.64%	17.89%	18.15%	18.40%	
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	30 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 5 W				

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

#### ELECTRICAL DATA | NMOT\*

	CS3U	350P	355P	360P	365P
Nominal Max. Power (P <sub>max</sub> )	260 W	264 W	268 W	271 W	
Opt. Operating Voltage (V <sub>mp</sub> )	36.2 V	36.4 V	36.6 V	36.8 V	
Opt. Operating Current (I <sub>mp</sub> )	7.18 A	7.25 A	7.31 A	7.38 A	
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	43.7 V	43.9 V	44.1 V	44.3 V	
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	7.67 A	7.74 A	7.80 A	7.87 A	

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

#### MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 156.75 X 78.38 mm
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2000 X 992 X 35 mm (78.7 X 39.1 X 1.38 in)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
	1250 mm (49.2 in), 1670 mm (65.7 in)
Cable Length	is optional for single tracking system with leap-frog connection
Connector	T4 series
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	660 pieces

#### TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P <sub>max</sub> )	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (V <sub>oc</sub> )	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (I <sub>sc</sub> )	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

#### PARTNER SECTION



\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

#### CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

Apr. 2018. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V5.571\_EN

## 14. CONTENIDO DEL CD

- Archivo PDF. Resumen TFM
- Archivo PDF. Memoria TFM. Estudio energético de un edificio de oficinas, República Dominicana. Implementación de medidas de mejora y eficiencia energética.
- Archivo PDF. Traducción tercera lengua. Resumen
- Archivo EXCEL. Estimaciones de costos y presupuestos.
- Archivo EXCEL. Inventarios.